

# TRABAJO FINAL DE MÁSTER



## TÍTULO

**MODELADO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO  
CONVENCIONAL. ANÁLISIS DE FRAGILIDAD DEL  
EDIFICIO K2M DEL CAMPUS NORD DE LA  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA  
(BARCELONA)**

## AUTOR

**ING. RICARDO LARA SALAZAR**

## TUTOR

**DR. JOSÉ RAMÓN GONZÁLEZ DRIGO**

## ESPECIALIDAD

**INGENIERÍA SÍSMICA Y GEOFÍSICA**

## FECHA

**18 DE DICIEMBRE DE 2014**



**Dep. de Ingeniería del Terreno, Cartográfica y Geofísica  
E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos**

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA**





## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de todo este proceso, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy las gracias a mis padres, Gustavo I. Lara T. y Melba Y. Salazar R. por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado y por siempre estar pendientes de mis necesidades a pesar de la distancia.

Agradezco a mis hermanos Carolina, Gustavo, Charlie, a toda mi familia y amigos en general que siempre han estado presentes brindando al máximo su apoyo incondicional.

Al gobierno Dominicano, quien a través de su Ministerio de Educación Superior Ciencia y Tecnología (MESCYT), ha dado la mayor parte del soporte financiero para la realización de esta especialización.

Profundamente agradecido a mi profesor y tutor Dr. José Ramón González Drigo; así como también al co-director Ing. Esteban Marcelo Cabrera Vélez, por su asesoría y compartir todos los conocimientos relacionados con este trabajo durante estos dos años.

A mi profesor Dr. Lluís Pujades B. y todo el equipo de profesores de mi especialidad, que siempre estuvieron en la mayor disposición de apoyar y ayudar a incrementar los conocimientos deseados en cada uno de los estudiantes.

A mi amigo Braulio de Jesús, a Jorge Ávila y a todos aquellos que en algún momento dado de la realización de este trabajo aportaron sus conocimientos para apoyarme.

Y por último, a todos aquellos que desearía mencionar pero me faltarían hojas para hacerlo, con los cuales he compartido grandes experiencias de amigos, colegas y familiares.





## RESUMEN

Una parte importante del conjunto de edificios de nueva construcción de Barcelona pertenecen a la tipología de edificios de hormigón armado con estructura de soportes y forjados reticulares. Los cerramientos son de mampostería no reforzada y no confinada. En este estudio se presenta la evaluación sísmica de uno de estos edificios. Se trata del edificio K2M (*Knowledge to Mark*) situado en el Campus Nord de la Universidad Politécnica de Cataluña, en Barcelona.

El edificio K2M se ha modelado como edificio de cortante de hormigón armado con forjados reticulares y cerramientos de mampostería no confinados utilizando los programas de cálculo estructural SAP2000 y ETABS 2013. Se han propuesto dos variantes del modelo de edificio cuyo estudio comparativo se presenta. La primera variante incluye cerramientos de mampostería no reforzada y no confinada cuyo modelado específico ha requerido un esfuerzo especial. La segunda no incluye ningún tipo de cerramientos, aunque incorpora los pesos de los mismos. Sobre estos modelos se ha realizado un análisis modal completo y se ha evaluado su comportamiento en el rango elástico y elastoplástico frente a una demanda sísmica determinista y específica para la ciudad de Barcelona. La evaluación de la respuesta sísmica se ha obtenido mediante el cálculo de la curva de capacidad de las variantes de modelo de edificio (curvas *pushover*).

La evaluación del desempeño sísmico del edificio K2M en sus dos variantes, con muros y sin muros, se ha realizado aplicando el procedimiento A presentado en el *capítulo 8* del documento ATC-40. En concreto, en este estudio se ha utilizado como demanda sísmica los espectros deterministas propuestos por Irizarry (2003) para la ciudad de Barcelona y escalados para el rango (0-0.30g) del PGA. A partir de las curvas de fragilidad del edificio obtenidas aplicando la metodología LM2 propuesta en el documento RISK-UE – WP04, se han calculado las probabilidades de excedencia de estados de daño asociadas los puntos de desempeño calculados para cada PGA. Finalmente, esto ha permitido construir curvas de índice de daño en función del desplazamiento espectral y del PGA.

Los cálculos permiten distinguir una dirección más vulnerable para ambas variantes del modelo de edificio (con muros y sin muros). También se evidencia que la presencia de muros de cerramiento incrementa la vulnerabilidad del edificio en su dirección más frágil. En cambio, en la dirección menos frágil, la presencia de muros de cerramiento disminuye levemente la vulnerabilidad.



## ABSTRACT

An important part of all new buildings of Barcelona belong to the typology of buildings of reinforced concrete structure supports and waffle slabs. The walls are unreinforced masonry and unconfined. In this study the seismic evaluation of one of these buildings is presented. It is the building K2M (Knowledge to Mark) located on the North Campus of the Polytechnic University of Catalonia in Barcelona.

The K2M building has been modeled as shear building of reinforced concrete buildings and unconfined masonry walls using structural analysis programs SAP2000 and ETABS 2013. There are two proposed variants of model building whose comparative study is presented. The first variant includes unreinforced masonry enclosures and unconfined whose specific modeling has required a special effort. The second does not include any fences, but incorporates weights thereof. On these models have made a complete modal analysis and evaluated their behavior in the elastic and elastoplastic range against a specific deterministic seismic demand for the city of Barcelona. The evaluation of the seismic response is obtained by calculating the capacity curve model variants building (pushover curves).

The evaluation of the seismic performance of the building K2M in two variants, with walls and without walls, was performed using the procedure A presented in Chapter 8 of document ATC-40. Specifically, this study has been used as deterministic seismic demand spectra proposed by Irizarry (2003) for the city of Barcelona and scaled to the range (0-0.30g) PGA. From the building fragility curves obtained by applying the LM2 methodology proposal in document RISK-UE - WP04, were calculated exceedance probabilities associated states of damage points calculated for each PGA performance. Finally, it has constructed curves damage index based on the spectral shift and the PGA.

The calculations distinguish more vulnerable to both variants of model building (with walls without walls) direction. There is also evidence that the presence of enclosure walls increases the vulnerability of the building in its weakest direction. In contrast, the less brittle direction, the presence of surrounding walls slightly less vulnerable.



# INDICE

<b>1. INTRODUCCION .....</b>	<b>11</b>
<b>1.1. Introducción.....</b>	<b>11</b>
<b>1.2. Objetivos Generales .....</b>	<b>13</b>
<b>1.3. Objetivos Específicos .....</b>	<b>13</b>
<b>2. PELIGROSIDAD SISMICA .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1. Introducción.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2. Antecedentes .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3. Norma NCSE-02.....</b>	<b>19</b>
<b>2.4. Parámetros sísmicos.....</b>	<b>22</b>
<b>3. DESCRIPCION DEL EDIFICIO EN ESTUDIO .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1. Descripción general .....</b>	<b>23</b>
<b>3.2. Materiales de la estructura. Propiedades .....</b>	<b>24</b>
<b>3.2.1. Hormigón .....</b>	<b>25</b>
<b>3.2.2. Acero estructural de refuerzo .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.3. Mampostería .....</b>	<b>27</b>
<b>3.3. Elementos estructurales.....</b>	<b>28</b>
<b>3.3.1. Columnas .....</b>	<b>29</b>
<b>3.3.2. Vigas y nervios principales .....</b>	<b>30</b>
<b>3.3.3. Losa nervada y losa maciza .....</b>	<b>32</b>
<b>3.3.4. Muro perimetral de hormigón armado .....</b>	<b>33</b>
<b>3.4. Hipótesis de cargas .....</b>	<b>34</b>
<b>4. MODELADO DEL EDIFICIO.....</b>	<b>35</b>
<b>4.1. Descripción del modelo .....</b>	<b>35</b>
<b>4.1.1. Materiales. Hormigón .....</b>	<b>35</b>
<b>4.1.2. Materiales. Acero estructural de refuerzo .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1.3. Materiales. Mampostería .....</b>	<b>38</b>
<b>4.1.4. Elementos estructurales. Columnas, vigas y nervios .....</b>	<b>39</b>
<b>4.1.5. Elementos estructurales. Losa nervada y losa maciza .....</b>	<b>42</b>
<b>4.1.6. Elementos estructurales. Muro perimetral de hormigón armado .....</b>	<b>43</b>
<b>4.2. Modelo con muros .....</b>	<b>44</b>
<b>4.3. Modelo sin muros.....</b>	<b>48</b>
<b>4.4. Modelado en ETABS 2013 y SAP2000 .....</b>	<b>49</b>

<b>5. ANALISIS MODAL .....</b>	<b>51</b>
<b>6. METODO DEL ESPECTRO DE CAPACIDAD-DEMANDA (ATC-40) .....</b>	<b>53</b>
6.1. Introducción.....	53
6.2. Procedimiento del método .....	53
6.2.1. Espectro de capacidad.....	54
6.2.2. Espectro de demanda.....	56
6.2.3. Espectro de Capacidad-Demanda .....	57
<b>7. ESTADOS DE DAÑO Y CURVAS DE FRAGILIDAD. RISK-UE .....</b>	<b>59</b>
7.1. Introducción.....	59
7.2. Estados de daño y curvas de fragilidad.....	59
<b>8. DEMANDA SISMICA .....</b>	<b>63</b>
<b>9. RESULTADOS .....</b>	<b>67</b>
9.1. Análisis modal.....	67
9.2. Análisis estático no lineal. PUSHOVER.....	70
9.3. Espectro de Capacidad-Demanda. ATC-40 .....	73
9.4. Curvas de fragilidad e índices de daño. RISK-UE .....	75
<b>10. CONCLUSIONES.....</b>	<b>79</b>
<b>11. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>81</b>
<b>12. ANEXOS .....</b>	<b>85</b>
12.1. Planos estructurales .....	85

# 1. INTRODUCCION

## 1.1. Introducción

Enormes células convectivas disipan lentamente una gran cantidad de energía procedente del núcleo de nuestro planeta. Esta energía alcanza nuestra litosfera y es liberada de forma bien compleja a través de movimientos bruscos del terreno. Una parte menor de esta energía es la vibración o temblor del terreno que acompaña a los terremotos. Esa pequeña porción de energía incluida en un sismo se manifiesta y propaga en forma de ondas mecánicas a través del terreno generando daño de forma directa e indirecta en nuestro medio.

Dependiendo de las características del seísmo (Magnitud, localización del epicentro, profundidad, tipo de falla, características geológicas regionales y locales, entre otros...) los efectos sobre la topografía y sobre las poblaciones de humanos y sus construcciones y comunicaciones pueden ser devastadores. La definición precisa de la peligrosidad sísmica y el conocimiento y la mejora de la vulnerabilidad de las construcciones expuestas son fundamentales para disminuir el riesgo ante la acción sísmica.

El desarrollo y avance en la instrumentación y sistemas para medir la sismicidad existente en una región específica no han cesado de avanzar desde principios del siglo XX. Tomando como base la historia de la sismicidad de una región y el análisis de daños en edificaciones causados por terremotos precedentes, investigadores de naciones especialmente expuestas al peligro sísmico como Estados Unidos y Japón, así como numerosos investigadores de otras naciones han desarrollado métodos de cálculo orientados hacia la evaluación del nivel de daño esperado para una estructura expuesta a una demanda sísmica específica.

Una metodología ampliamente aceptada y utilizada consiste en la evaluación por desempeño, y está incluida y desarrollada en el documento ATC-40 (1996). La base del método es el cálculo de la curva de capacidad de la estructura y su encuentro o intersección con un espectro de demanda sísmica determinada. El resultado, siguiendo un cálculo y unas iteraciones precisas, conduce a un punto de desempeño de la estructura expresado en forma de desplazamiento.

El documento RISK-UE – WP04 (2004), presenta un procedimiento, que complementa la evaluación por desempeño, para el cálculo del índice global de daño obtenido a partir de las probabilidades de excedencia de estados de daño que pueden afectar a una estructura expuesta. Esto se realiza construyendo unas curvas de fragilidad sobre la base de la curva

de capacidad del edificio, la definición de una matriz de probabilidades de excedencia de estados de daño y la definición de unos umbrales de estados de daño. A partir de estas curvas es posible calcular, para cada posición del punto de desempeño, las probabilidades de excedencia de estados de daño y, por tanto, el índice global de daño asociado.

En este contexto se ha realizado la evaluación sísmica de un edificio característico de la ciudad de Barcelona, construido en hormigón armado, con cerramientos de mampostería no reforzada y no confinada. Se trata del edificio K2M (*Knowledge to Mark*) situado al noroeste de la ciudad, en el Campus Nord de la Universidad Politécnica de Cataluña. Por lo que respecta la demanda sísmica, se han utilizado los espectros deterministas propuestos por Irizarry (2003) para la ciudad de Barcelona y escalados para el rango ( $0 - 0.30g$ ) del PGA.

El edificio K2M se ha modelado como edificio de cortante de hormigón armado con forjados reticulares y cerramientos de mampostería no confinados utilizando los programas de cálculo estructural SAP2000 y ETABS 2013.

Se han propuesto dos variantes del modelo de edificio cuyo estudio comparativo se presenta. La primera variante incluye cerramientos de mampostería no reforzada y no confinada cuyo modelado específico ha requerido un esfuerzo especial. La segunda no incluye ningún tipo de cerramientos, aunque incorpora los pesos de los mismos. Sobre estos modelos se ha realizado un análisis modal completo y se ha evaluado su comportamiento en el rango elástico y elastoplástico frente a una demanda sísmica determinista y específica para la ciudad de Barcelona. La evaluación de la respuesta sísmica se ha obtenido mediante el cálculo de la curva de capacidad de las variantes de modelo de edificio (curvas *pushover*).



## 1.2. Objetivos Generales

Aplicando las metodologías del ATC-40, y del proyecto RISK – UE WP04, se evaluará sísmicamente un edificio característico de la ciudad de Barcelona, construido en hormigón armado, con cerramientos de mampostería no reforzada y no confinada. Se han propuesto dos variantes del modelo de edificio cuyo estudio comparativo se presenta. La primera variante incluye cerramientos de mampostería no reforzada y no confinada cuyo modelado específico ha requerido un esfuerzo especial. La segunda no incluye ningún tipo de cerramientos, aunque incorpora los pesos de los mismos. La demanda sísmica se ha caracterizado a través de los espectros deterministas propuestos por Irizarry (año) para la ciudad de Barcelona y escalados para el rango (0 - 0.30g) del PGA con un intervalo de 0.02g.

Para cada variante del modelo y para las dos direcciones principales del edificio, se pretende obtener un índice de daño asociado a los valores del PGA incluidos en el rango de valores del escalado descrito.

## 1.3. Objetivos Específicos

En este trabajo se plantean los siguientes objetivos específicos:

- a. Caracterización de la Demanda Sísmica: La demanda sísmica estará definida por el espectro determinista propuesto por Irizarry para el terreno de tipo II para la ciudad de Barcelona. Este espectro será escalado sobre el rango (0 - 0.30g) del PGA utilizando un espaciado del PGA de 0.02g.
- b. Definición de un modelo numérico tridimensional y representativo del edificio en sus dos variantes (con muros y sin muros), utilizando las aplicaciones SAP 2000 y ETABS 2013.
- c. Definición de un modelo apropiado para la representación y modelado de cerramientos de mampostería no reforzada y no confinada, utilizando las aplicaciones SAP 2000 y ETABS 2013.
- d. Análisis modal completo y cálculo de las curvas de capacidad para diferentes direcciones de análisis sobre los modelos numéricos tridimensionales de las dos variantes del edificio estudiado, utilizando las aplicaciones SAP 2000 y ETABS 2013.
- e. Determinación del punto de desempeño (performance point), construcción de curvas de fragilidad y cálculo de los índices de daño global en función de los desplazamientos espectrales y del PGA. Todo ello asociado a cada PGA, a cada dirección de análisis y para las dos variantes del modelo numérico tridimensional del edificio estudiado.



## 2. PELIGROSIDAD SISMICA

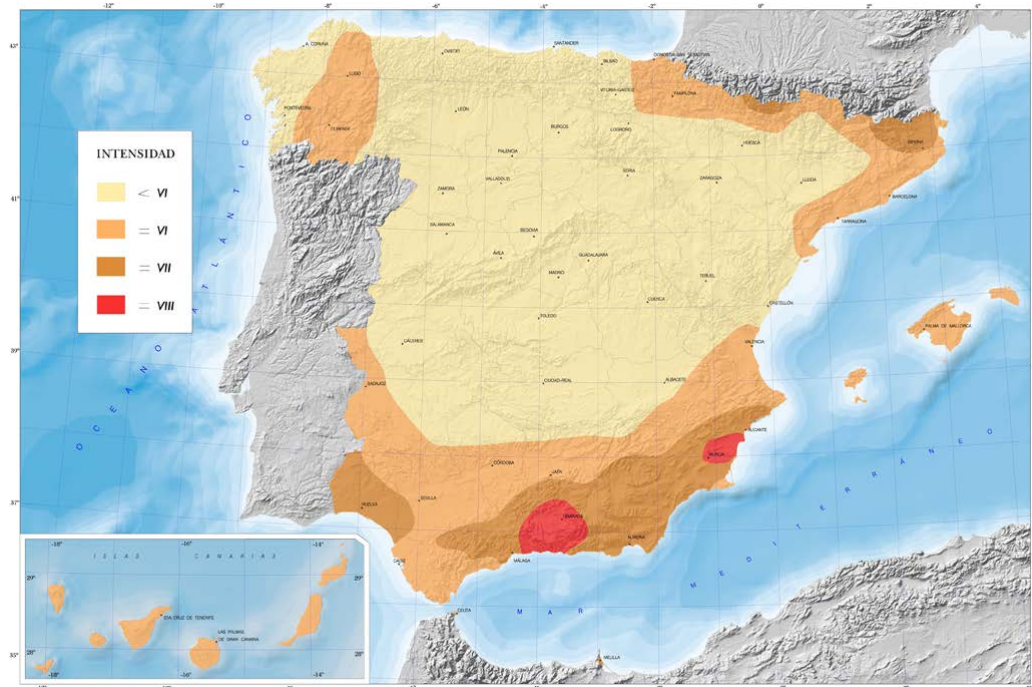
### 2.1. Introducción

La peligrosidad sísmica representa la probabilidad de ocurrencia dentro de un período específico de tiempo y dentro de un área dada; de un movimiento sísmico con una intensidad determinada, los estudios de la misma tienen como objetivo estimar el tamaño de las fuerzas o el conjunto de acciones esperadas que afectaran al terreno en un lugar determinado durante sismos futuros o proporcionar una evaluación del tamaño del sismo en la zona en estudio describiendo así los efectos provocados por movimientos sísmicos en el terreno de dicha zona tales como la aceleración, velocidad, desplazamiento del terreno o intensidad macro-sísmica de la zona. Para evaluar éstos efectos es necesario analizar los fenómenos que ocurren a partir de la emisión de las ondas sísmicas ocurridas en el foco mismo hasta que estas ondas sísmicas llegan a la zona de estudio.

El análisis de la peligrosidad sísmica es el conjunto de procedimientos conducentes a la estimación del movimiento que podría experimentar la superficie del terreno en un determinado lugar durante el paso de las ondas sísmicas generadas por la ocurrencia de un terremoto. La realización de un análisis de la peligrosidad sísmica es una tarea que engloba cuerpos de conocimiento de diferentes disciplinas científicas y técnicas, como por ejemplo: sismología, tectónica, ingeniería del terreno y prospección geofísica. La evaluación de la peligrosidad sísmica resultante constituye la base para el desarrollo de medidas preventivas y mitigativas, como por ejemplo la Norma de Construcción Sismo-resistente Española (NCSE-02), Directrices de Protección Civil, entre otros.

La misma se puede evaluar usando dos metodologías que dan lugar a dos tipos de resultados que se denominan como escenario determinista y el escenario probabilista donde el escenario determinista se basa en el supuesto que la sismicidad histórica ofrece suficiente información para determinar los valores máximos que se esperan de movimiento del terreno, mientras que el escenario probabilista utiliza la sismicidad, la zonificación sismo tectónica y la atenuación del movimiento para obtener movimientos del terreno asociados a distintas probabilidades o periodos de retorno.

En la *figura 1* (IGN, 2013) se muestra el mapa de peligrosidad sísmica de España con un periodo de retorno de 500 años, la fuente del mismo fue el Instituto Geográfico Nacional de España (IGN).



*Figura 1. Mapa de peligrosidad sísmica de España, escala EMS-98 (Fuente: IGN, 2014)*

## 2.2. Antecedentes

Los antecedentes más lejanos en el tiempo en relación con los conocimientos sismo-resistente nos llevan al siglo XVI cuando fue publicada una real orden que obligaba a tener en cuenta los efectos que producían los terremotos y a construir, en consonancia, en lugares como Filipinas y diversos territorios de Hispanoamérica.

Más recientemente, con ocasión del terremoto de Torrevieja en 1829, se emitieron informes técnicos de construcción antisísmica en los que se hacía relevancia que en la reconstrucción de los pueblos afectados se aumentara la anchura de las calles, se redujese la altura de las casas a un solo piso, el uso de mucha maderación muy trabada entre si y la no inclusión de elementos exteriores decorativos como remates o cornisas. Volviendo de nuevo a Filipinas, el terremoto del 18 de julio de 1880 motivó una norma para la construcción de edificios publicada por el Gobierno General de Filipinas el 21 de agosto de 1880 en la Gaceta de Manila.

En España, tras la catástrofe que produjo el llamado terremoto de Andalucía de 1884, el Gobierno formó una comisión que estudió el terremoto y analizó las medidas a tomar, decidiendo así que para la reconstrucción de la zona dañada, se sigan unas normas mínimas

de sismo-resistencia, que se referían fundamentalmente al emplazamiento (terreno estable y con pendientes inferiores al 5%) y a la planificación del conjunto urbanístico, con dos plantas como máximo y una anchura de calles mínima de 10 m, las iglesias, colegios o ayuntamientos, al ser más altos, se situasen en plazas, con buena y profunda cimentación, buenos materiales, unión entre las distintas fábricas y un control estricto de la ejecución.

En la reciente historia española del siglo XX sobre este tema, el 21 de marzo de 1952, por orden del Ministerio de Hacienda se estableció que los daños ocasionados por un terremoto, a efectos de seguros, se calificasen de riesgo catastrófico cuando la intensidad del sismo fuera igual o superior a VII en la escala de Mercalli modificada.

Más tarde, el Ministerio de la Vivienda pública la "Norma M. V.101-1962" en el que se incluye por primera vez un mapa de zonas sísmicas, en ese año de 1962 se había creado una Comisión Interministerial encargada de formular las Normas sismo-resistentes y cuyo trabajo cristalizó en la Norma Sismo-resistente PGS-1 (1968). Asimismo, en 1967 el Ministerio de Obras Públicas publicó la "Instrucción para Proyecto, Construcción y Explotación de Grandes Presas", en las que se tienen en cuenta las acciones sísmicas.

En 1974 se aprueba la Norma Sismo-resistente PDS-1, así como la constitución de la Comisión Permanente de Normas Sismo-resistentes la cual se trataba de una norma moderna que supuso un importante avance técnico y que ha sido la base de las posteriores normas españolas obligando al cumplimiento de la norma según zonas sísmicas en España, de acuerdo con un mapa de peligrosidad expresado en valores de intensidad sísmica.

Desde este momento, las normas deberían incluir una zonificación del territorio, indicando las características de los sismos máximos que han de considerarse; unos métodos de cálculo y unas recomendaciones de uso obligado, o no, dependiendo de las zonas y de las construcciones.

Por último, el antecedente más inmediato a la norma actual fue la Norma NCSE-94, publicada en 1995, que supuso también un gran avance al incluir un mapa de peligrosidad sísmica de tipo probabilista, expresado en términos de aceleración sísmica básica, resultante de una profunda revisión de la sismicidad española .

En gran parte, la calidad del diseño y el óptimo comportamiento de las estructuras se encuentran relacionados directamente con el nivel científico-técnico de las normativas aplicadas para tal fin. En España, actualmente se encuentra en vigencia la normativa del Ministerio de Fomento (NCSE-02, 2002), la cual es una actualización de la norma de 1994 (NCSE-94, 1994), en la que se establece que para un período de retorno de 500 años las aceleraciones básicas esperadas en España oscilan entre  $0.04g$  y  $0.24g$ , En el caso de Cataluña las aceleraciones oscilan entre  $0.04$  y  $0.14g$ ; lo cual indica que Barcelona se

encuentra en una zona de sismicidad moderada, sin embargo, la actual normativa sísmica obliga a su cumplimiento en edificios de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica es mayor o igual a  $0.04g$ . La *tabla 1* resume la aparición de las recomendaciones y normas y presenta una clasificación según tres niveles de protección sísmica: sin norma, pre-norma y con norma, con base en el periodo de construcción del edificio.

*Tabla 1. Periodos constructivos considerados en España en función de la existencia de normativas sísmicas y de su obligatoriedad*

Periodos constructivos	Zona sísmica	Zonas no sísmicas
Antes de 1962	Sin norma	Sin norma
1962: MV-101 (1963)	Pre-norma	Pre-norma
1968: PGS-1 (1968)	Con norma	Pre-norma
1974: P.D.S. (1974)	Con norma	Pre-norma
1995: NCSE-94 (1995)	Con norma	Pre-norma
2002: NCSE-02 (2002)	Con norma	Pre-norma

Las Normas Básicas de la Edificación NBE fueron establecidas por Real Decreto 1650/1977 del Ministerio de la Vivienda (BOE 9 de julio de 1977), que las define como normas que, a partir del conocimiento científico y tecnológico, establecen las reglas necesarias para su correcta aplicación en el proyecto y ejecución de los edificios. Las normas MV del Ministerio de la Vivienda dictadas hasta ese momento y que cumplían los fines anteriormente enunciados pasaron a integrarse bajo la denominación de normas NBE. Entre las normas NBE vigentes hasta el momento destaca, por su referencia con el tema que nos ocupa, la NBE-AE 88 Acciones en la edificación. La parte correspondiente a las acciones sísmicas está sustituida por la Norma de Construcción Sismo-resistente: Parte General y Edificación NCSE-94 (NCSE-94, 1995) la cual se sustituye por la actual Norma NCSE-02 (NCSE-02, 2002).

## 2.3. Norma NCSE-02

La Norma actualmente vigente, NC SE-02, ha sido elaborada por una Subcomisión integrada por expertos de arquitectura, ingeniería, sismología, geología, etc., y aprobada por la Comisión Permanente de Normas Sismo-resistentes, presidida por el Director General del Instituto Geográfico Nacional la cual ha incorporado nuevos criterios y sugerencias extraídos de lecciones aprendidas en los últimos grandes terremotos destructores [como los México (1985), Armenia (1988), Loma Prieta (1989), Kobe (1995), Izmir (1999) o Taiwán (1999)] y del análisis de otras normas internacionales, que también han sido revisadas y actualizadas.

En su redacción se han tenido en cuenta las directrices europeas en materia de construcción sismo-resistente, haciendo compatible la nueva Norma con el Eurocódigo, asimismo, se han analizado y recogido los informes y sugerencias aportadas por los Colegios Profesionales y técnicos españoles que han venido aplicando la Norma anterior, lo que ha proporcionado una mayor precisión y claridad a la redacción de las prescripciones contenidas en la nueva Norma.

En octubre del 2002, se publica la normativa sísmica vigente NCSE-02 (NCSE, 2002) que sustituye a la NCSE-94 y cuyo ámbito de aplicación se extiende a todos los proyectos y obras de construcción relativos a la edificación, y en lo que corresponda a los demás tipos de construcciones, en tanto no se aprueben normas o disposiciones específicas con prescripciones de contenido sismo-resistente la cual tiene como objeto proporcionar los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración sísmica de un proyecto de construcción, con el fin de evitar pérdidas de vida humanas y reducir el daño y el coste económico que puedan ocasionar eventos sísmicos en el futuro.

La normativa NCSE-02, establece como método de referencia para el cálculo sísmico el análisis de la estructura mediante espectros de respuesta, fundamentado en el análisis modal, también permite el cálculo de la respuesta dinámica mediante la integración numérica de las ecuaciones de movimiento, desarrollando un método simplificado de cálculo de la respuesta sísmica máxima para los casos más usuales de edificios.

De acuerdo a la norma, según el uso al cual se destinan y el daño que pueda ocasionar su destrucción las construcciones se clasifican en:

1. De importancia moderada: Aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario o producir daños económicos significativos a terceros.

2. De importancia normal: Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.

3. De importancia especial: Aquellas cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos. En este grupo se incluyen las construcciones que así se consideren en el planeamiento urbanístico y documentos públicos análogos así como en reglamentaciones más específicas y en las siguientes construcciones:

a) Hospitales, centros o instalaciones sanitarias de cierta importancia.

b) Edificios e instalaciones básicas de comunicaciones, radio, televisión, centrales telefónicas y telegráficas.

c) Edificios para centros de organización y coordinación de funciones para casos de desastre.

d) Edificios para personal y equipos de ayuda, como cuarteles de bomberos, policía, fuerzas armadas y parques de maquinaria y de ambulancias.

e) Las construcciones para instalaciones básicas de las poblaciones como depósitos de agua, gas, combustibles, estaciones de bombeo, redes de distribución, centrales eléctricas y centros de transformación.

f) Las estructuras pertenecientes a vías de comunicación tales como puentes, muros, etc. que estén clasificadas como de importancia especial en las normativas o disposiciones específicas de puentes de carretera y de ferrocarril.

g) Edificios e instalaciones vitales de los medios de transporte en las estaciones de ferrocarril, aeropuertos y puertos.

h) Edificios e instalaciones industriales incluidas en el ámbito de aplicación del Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.

i) Las grandes construcciones de ingeniería civil como centrales nucleares o térmicas, grandes presas y aquellas presas que, en función del riesgo potencial que puede derivarse de su posible rotura o de su funcionamiento incorrecto, estén clasificadas en las categorías A o B del Reglamento Técnico sobre seguridad de presas y embalses vigente.

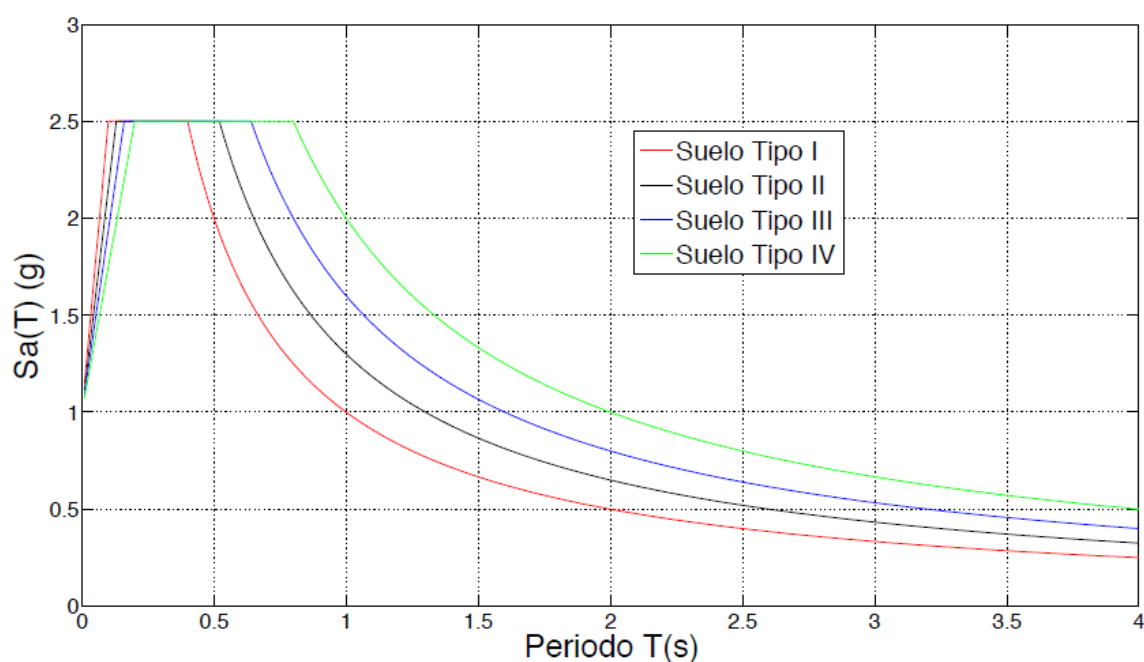
j) Las construcciones catalogadas como monumentos históricos o artísticos, o bien de interés cultural o similar, por los órganos competentes de las Administraciones Públicas.



k) Las construcciones destinadas a espectáculos públicos y las grandes superficies comerciales, en las que se prevea una ocupación masiva de personas.

La norma actual es aplicable sólo a proyectos y obras iniciadas con posterioridad a la fecha por lo que no establece efectos ni consideraciones de carácter retroactivo, además estableció una moratoria de dos años durante los cuales se puede aplicar opcionalmente la norma NCSE-94.

En la *figura 2* se pueden visualizar los espectros de diseño de la norma para todos los tipos de suelos, los cuales están definidos para aceleraciones horizontales que actúan sobre un oscilador lineal simple con un amortiguamiento del 5% respecto del crítico.



*Figura 2. Espectros de respuesta elásticos definidos en la norma NCSE-02*

## 2.4. Parámetros sísmicos

La norma NCSE-02 fue la que aportó los parámetros sísmicos utilizados en el diseño de este edificio; Definiendo así los valores de aceleración sísmica básica  $a_b$  y el coeficiente de distribución  $K$  en la lista del anejo “1” detallada por municipios, una aceleración sísmica básica  $a_b = 0.04g$  y un coeficiente de contribución  $K = 1.0$  el cual tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto. La ductilidad baja  $\mu = 2$  utilizada se describe en el apartado “3.7.3.1. C” de la norma NCSE-02, así como también se define el amortiguamiento  $\Omega = 5\%$  para este tipo de estructuras. Estos parámetros se muestran en la *tabla 2*; extraída de los planos estructurales.

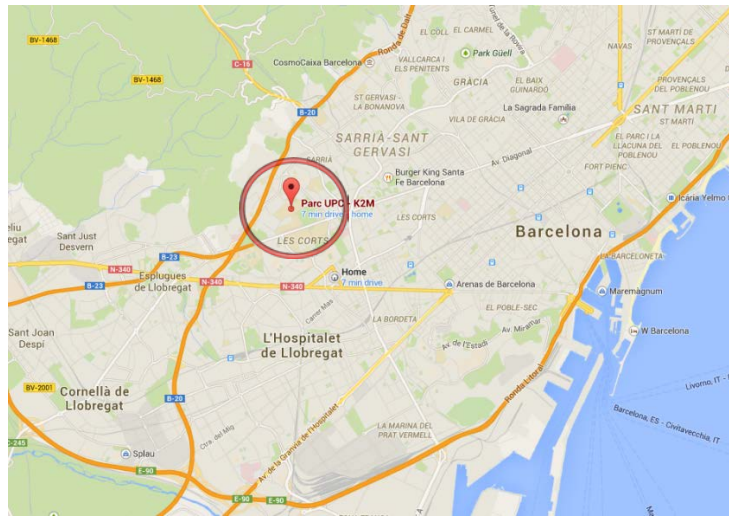
*Tabla 2. Parámetros sísmicos del edificio*  
(Fuente: Planos estructurales del edificio K2M)

PARAMETROS SISMICOS (NCSE-02)	
Aceleración sísmica básica ( $a_g$ )	0.04 g
Coeficiente de contribución ( $K$ )	1
Ductilidad ( $\mu$ )	2 (Baja)
Amortiguamiento ( $\Omega$ )	5%

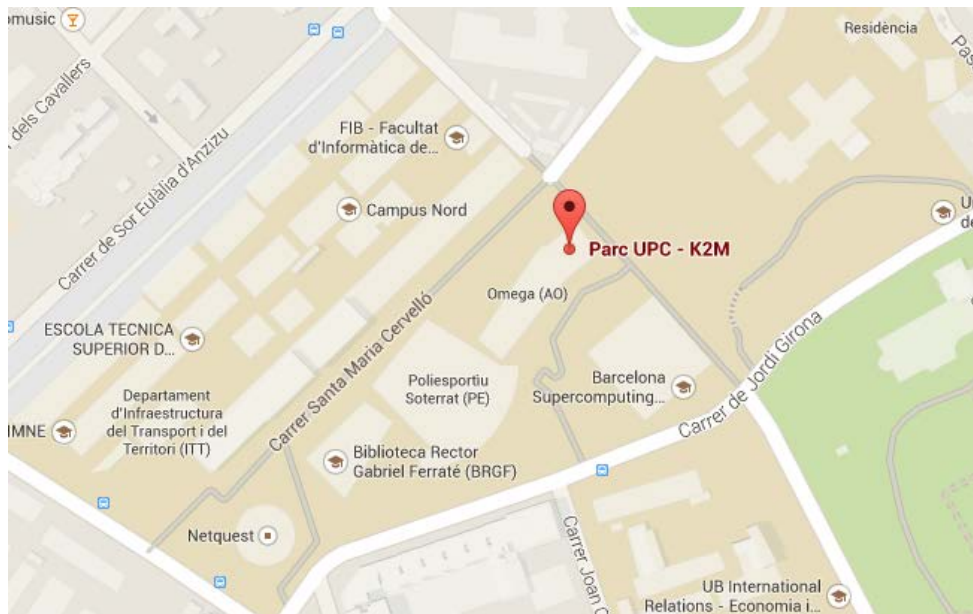
### 3. DESCRIPCION DEL EDIFICIO EN ESTUDIO

#### 3.1. Descripción general

El edificio K2M (Knowledge To Market) está ubicado en el Campus Norte de la Universidad Politécnica de Cataluña (*Figura 4; Google Maps, 2014*); en la calle Jordi Girona número 1-3, en la ciudad de Barcelona, justo a continuación del edificio Omega.



*Figura 3. Ubicación del edificio K2M en Barcelona (Fuente: Google Maps, 2014)*



*Figura 4. Ubicación del edificio K2M, dentro del Campus Nord de la UPC (Fuente: Google Maps, 2014)*

Este edificio consta de tres plantas superiores, planta baja y tres sótanos distribuidos en  $3335\text{ m}^2$  y  $24.75\text{ m}$  de altura destinados a laboratorios, despachos, salas de reuniones y espacios comunes donde también han sido ubicados grupos de investigación del Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos y del Departamento de Ingeniería de Sistemas, Automática e Informática Industrial.

El K2M se enmarca dentro del Parque UPC, el Parque de Investigación e Innovación de la Universidad Politécnica de Catalunya, que impulsa y ofrece servicios de valorización de la investigación y la transferencia de tecnología.

Esta estructura de 7 niveles está compuesta principalmente de columnas, vigas y un forjado de losas nervadas de hormigón armado; y cerramientos con muros de relleno de ladrillos convencionales, siendo importante hacer constar que debido al desnivel del terreno; hay plantas del sótano en parte del perímetro están sobre el nivel del terreno (*Figura 5; Google Earth, 2014*).



*Figura 5. Vista aérea del edificio K2M (Fuente: Google Earth, 2014)*

### **3.2. Materiales de la estructura. Propiedades**

Los elementos estructurales principales (cimentaciones, columnas, vigas, nervios y losas nervadas) de este edificio están compuestos de hormigón armado, teniendo también como elementos de cerramientos; ladrillos huecos convencionales de Cataluña.

En este apartado se especifican las características de los materiales y las hipótesis de cargas utilizados en la construcción del edificio K2M; datos obtenidos de los planos estructurales.

### 3.2.1. Hormigón

Según los planos estructurales el cuadro de especificaciones técnicas del hormigón armado es el siguiente (*tabla 3; planos estructurales K2M*):

**Tabla 3. Cuadro de especificaciones técnicas del hormigón armado**  
(Fuente: Planos estructurales del edificio K2M)

TIPUS DE ELEMENT	POSICIÓ	TIPUS DE FORMIGÓ (SEGONS EHE-98)	RESISTENCIA CARACTER. (N/mm <sup>2</sup> )	RECOBRIMENT (mm)		MAXIMA RELACIÓ A/C	CONTINGUT MINIM DE CIMENT (Kg/m <sup>3</sup> )	RF (2)
				MINIM (1)	NOMINAL			
FONAMENTS	TOTS	HA-25/B/20/IIa	25	50/70	50/80	0,5	275	120'
SOLERA	TOTES	HA-25/B/20/IIa	25	30	40	0,5	275	120'
PILARS	SOBRERASANT	HA-25/B/10/IIa	25	30	40	0,5	275	60'
	SOTERRANI	HA-25/B/10/IIa	25	35	45	0,5	275	120'
JÀSSERES	SOBRERASANT	HA-25/B/10/IIa	25	35	35	0,5	275	60'
	SOTERRANI	HA-25/B/10/IIa	25	35	45	0,5	275	120'
SOSTRES	LLOSES MASSISSES	HA-25/B/20/IIa	25	30	40	0,5	275	120'
	RETIC. SOBRERASANT	HA-25/B/20/IIa	25	35	35	0,5	275	60'
	RETICULARS SOTERRANI	HA-25/B/20/IIa	25	30	40	0,5	275	120' (3)
ESCALES	TOTES	HA-25/B/10/IIa	25	30	40	0,5	275	120'
MURS	TOTS	HA-25/B/20/IIa	25	35	45	0,5	275	120'

Las especificaciones del hormigón *HA-25/B20/IIa* y el hormigón *HA-25/B10/IIa* están determinadas en la “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-98)”; donde definen las siglas de la siguiente manera:

$$T - R / C / TM / A$$

Donde:

**T:** Indicativo que será “HM” en el caso de hormigón en masa, “HA” en el caso de hormigón armado y “HP” en el de pretensado.

**R:** Resistencia característica; especificada en N/mm<sup>2</sup>.

**C:** Letra inicial del tipo de consistencia.

**TM:** Tamaño máximo del árido en milímetros.

**A:** Designación del ambiente.

El hormigón armado con una resistencia característica  $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$  fue el utilizado en todos los elementos estructurales según se puede observar en el cuadro de especificaciones técnicas del hormigón (*tabla 3; planos estructurales K2M*).

El tipo de consistencia del hormigón se define en el apartado 30.6 de la “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-98)” donde especifican que la letra “B” es para un tipo de consistencia blanda; con un asiento de 6 a 9 cm, En la misma también recomienda que en el caso de hormigones para edificación; el asiento del hormigón en el cono de Abraams no sea inferior a 6 cm.

En el cuadro de especificaciones técnicas del hormigón (tabla 3; planos estructurales K2M) también se puede observar que el tamaño máximo del árido para el caso de escaleras, columnas y vigas es de 10 mm y para el resto de los elementos estructurales es de 20 mm.

La designación del ambiente viene definida en el “EHE-98”, donde se puede visualizar la clasificación del ambiente Ila (ver tabla 4; EHE-98).

**Tabla 4. Clases generales de exposición relativas a la corrosión de las armaduras**  
(Fuente: Apartado 8.2.2. del EHE-98)

CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN				DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Clase	Subclase	Designación	Tipo de proceso		
no agresiva		I	ninguno	<ul style="list-style-type: none"> <li>interiores de edificios, no sometidos a condensaciones</li> <li>elementos de hormigón en masa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>interiores de edificios, protegidos de la intemperie</li> </ul>
normal	humedad alta	Ila	corrosión de origen diferente de los cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>interiores sometidos a humedades relativas medias altas (&gt;65%) o a condensaciones</li> <li>exteriores en ausencia de cloruros, y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm</li> <li>elementos enterrados o sumergidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sótanos no ventilados</li> <li>cimentaciones</li> <li>tableros y pilas de puentes en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm</li> <li>elementos de hormigón en cubiertas de edificios</li> </ul>
	humedad media	Ilb	corrosión de origen diferente de los cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual inferior a 500 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>construcciones exteriores protegidas de la lluvia</li> <li>tableros y pilas de puentes, en zonas de precipitación media anual inferior a 500 mm</li> </ul>
marina	aérea	IIla	corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>elementos de estructuras marinas, por encima del nivel de pleamar</li> <li>elementos exteriores de estructuras situadas en las proximidades de la línea costera (a menos de 5 km)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>edificaciones en las proximidades de la costa</li> <li>puentes en las proximidades de la costa</li> <li>zonas aéreas de diques, pantanos y otras obras de defensa litoral</li> <li>instalaciones portuarias</li> </ul>
	sumergida	IIlb	corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>elementos de estructuras marinas sumergidas permanentemente, por debajo del nivel mínimo de bajamar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zonas sumergidas de diques, pantanos y otras obras de defensa litoral</li> <li>cimentaciones y zonas sumergidas de pilas de puentes en el mar</li> </ul>
	en zona de mareas	IIlc	corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>elementos de estructuras marinas situadas en la zona de carrera de mareas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zonas situadas en el recorrido de marea de diques, pantanos y otras obras de defensa litoral</li> <li>zonas de pilas de puentes sobre el mar, situadas en el recorrido de marea</li> </ul>
con cloruros de origen diferente del medio marino		IV	corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>instalaciones no impermeabilizadas en contacto con agua que presenta un contenido elevado de cloruros, no relacionados con el ambiente marino</li> <li>superficies expuestas a sales de deshielo no impermeabilizadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>piscinas</li> <li>pilas de pasos superiores o pasarelas en zonas de nieve</li> <li>estaciones de tratamiento de agua</li> </ul>

### 3.2.2. Acero estructural de refuerzo

El acero estructural de refuerzo utilizado en este edificio según planos es el B 500 S; del cual se definen sus características en el EHE-98 de la siguiente manera (Tabla 5; EHE-98).

*Tabla 5. Características mecánicas mínimas garantizadas de las barras corrugadas*  
(Fuente: Apartado 31.2. del EHE-98)

Designación	Clase de acero	Límite elástico $f_y$ en N/mm <sup>2</sup> no menor que (1)	Carga unitaria de rotura $f_t$ en N/mm <sup>2</sup> no menor que (1)	Alargamiento de rotura en % sobre base de 5 diámetros no menor que	Relación $f_t/f_y$ en ensayo no menor que (2)
B 400 S	Soldable	400	440	14	1,05
B 500 S	Soldable	500	550	12	1,05

### 3.2.3. Mampostería

La mampostería no fue especificada en los planos estructurales ya que no se considera como un elemento estructural, pero uno de los objetivos de este trabajo es observar la influencia de los muros de relleno en el comportamiento de las estructuras.

La distribución de los muros fue obtenida de los planos arquitectónicos del edificio así como también sus espesores; estas se consideraron sin armaduras.

Las propiedades técnicas de la mampostería consideraras en este edificio fueron obtenidas mediante investigaciones de los ladrillos utilizados en la zona; obteniendo como datos y en consideración para este proyecto el llamado ladrillo catalán estándar con dimensiones de 29.00 cm de largo, 13.50 cm de ancho y 9.00 cm de espesor el cual tiene una resistencia a compresión del bloque  $f_{bloq}' = 1.50 \text{ kN/cm}^2$ , Obteniendo con estas; que las propiedades de los muros de mampostería son: un módulo de elasticidad  $E_{me} = 57.00 \text{ kN/cm}^2$ , una resistencia a la compresión  $f_{me}' = 8.50 \times 10^{-2} \text{ kN/cm}^2$ , una resistencia a tracción (10% de la resistencia a compresión)  $f_t' = 8.50 \times 10^{-3} \text{ kN/cm}^2$  y una deformación bajo la tensión máxima  $\epsilon_m' = -3.00 \times 10^{-3}$ . Estos parámetros mencionados fueron los considerados para la modelación de la estructura.

### 3.3. Elementos estructurales

El edificio K2M es un sistema estructural de columnas, vigas, nervios y losas nervadas en cada uno de los 7 niveles, los cuales están compuestos del tipo de hormigón *HA-25/B20/IIa* y *HA-25/B10/IIa* definidos en el *apartado 3.2.1.* de este trabajo.

La planta estructural está definida principalmente por 4 ejes en la dirección “X” y 5 ejes en la dirección “Y” (Figura 6; *planos estructurales K2M*).

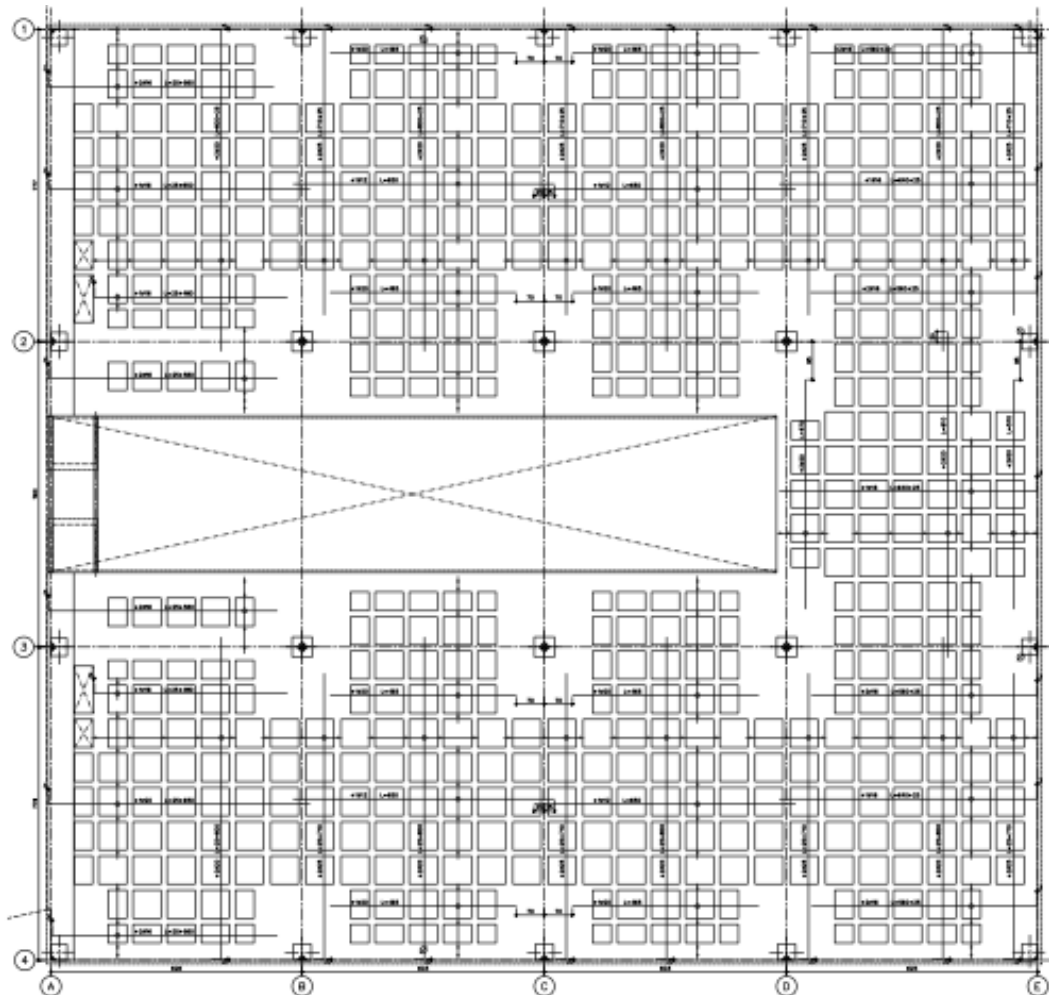


Figura 6. Vista en planta del nivel 1 del edificio K2M (Fuente: Planos estructurales del edificio K2M)

Las separaciones de los ejes 1, 2, 3 y 4 en la dirección X son:

- Del eje 1 al eje 2 es de 7.77 m.
- Del eje 2 al eje 3 es de 7.60 m.
- Del eje 3 al eje 4 es de 7.79 m.



Las separaciones de los ejes A, B, C, D, E en la dirección Y son:

- Del eje A al eje B es de 6.26 m.
- Del eje B al eje C es de 6.03 m.
- Del eje C al eje D es de 6.03 m.
- Del eje D al eje E es de 6.25 m.

### 3.3.1. Columnas

El edificio contiene un total de 20 columnas por nivel de diferentes secciones las cuales están dispuestas en cada una de las intersecciones de los ejes de la dirección "X" y "Y". Para el caso de las 6 columnas centrales que se encuentran en los puntos "2-B", "2-C", "2-D", "3-B", "3-C" y "3-D"; sus ejes coinciden con los mismos en cada uno de los 7 niveles. Sin embargo, para el caso de las 14 columnas que se encuentran alrededor de las centrales, están todas colocadas coincidiendo siempre en planta y elevación con el mismo eje mediante las partes exteriores de cada elemento, siendo así que los ejes de los elementos en una misma línea no coincidan si tienen diferentes secciones. Esto se puede ver claramente en la *figura 6 (Planos estructurales K2M)*.

Las secciones de las columnas se muestran en las siguientes tablas (*Tabla 6 y 7; planos estructurales K2M*):

**Tabla 6. Secciones transversales de las columnas del piso 1, 2 y 3**  
(Fuente: Planos estructurales del edificio K2M)

	A.4 E.4	B.2 C.2 D.2	B.3 C.3 D.3	B.4 C.4 D.4	E.2 E.3	B.1 C.1 D.1	E.1	A.2 A.3	A.1
P.3ª									
P.2ª									
P.1ª									

**Tabla 7. Secciones transversales de las columnas de la planta baja, y soterrados 1, 2 y 3**  
(Fuente: Planos estructurales del edificio K2M)

P.B.								
SOT-1								
SOT-2								
SOT.-3								

### 3.3.2. Vigas y nervios principales

En todo el edificio están distribuidas 6 tipos de vigas diferentes; siendo una de estas de sección variable, y 28 tipos diferentes de nervios que van en conjunto con la losa nervada o con otros elementos de los cuales 26 de estos son nervios principales que conectan diferentes ejes y 2 son nervios secundarios que sirven de refuerzos para la losa nervada.

La ubicación de estos elementos y sus secciones están detalladas en los planos. En las siguientes figuras se muestran algunas de las secciones de las vigas y nervios (*Figura 7 y 8; planos estructurales K2M*).

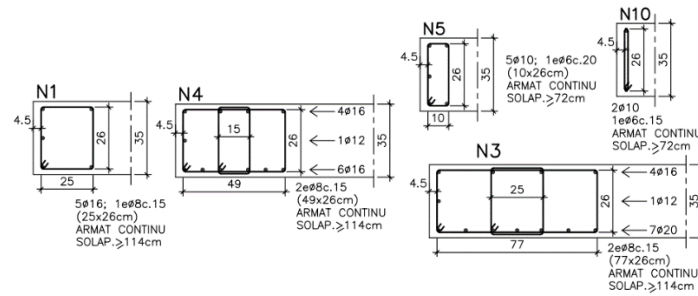


Figura 7. Diferentes secciones de nervios de los pisos 1 y 2 (Fuente: Planos estructurales del edificio K2M)

Se puede observar en la figura 7 (Planos estructurales K2M) que todos los nervios son del mismo espesor de la losa de cada piso, sin embargo como se observa en la figura 8 (Planos estructurales K2M) no todas las vigas tienen el mismo espesor de la losa. En ambas figuras se puede ver también la disposición del acero estructural de los elementos.

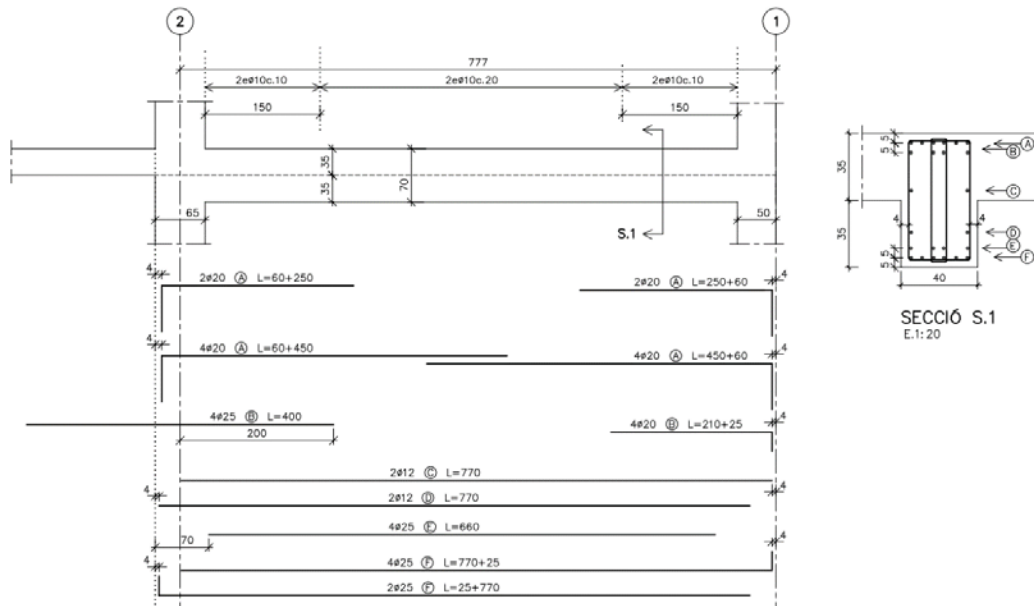


Figura 8. Sección longitudinal y transversal de la viga J-1 (Fuente: Planos estructurales del edificio K2M)

El detalle de cada una de estas vigas y nervios se puede observar en los planos estructurales anexos al final de este trabajo.

### 3.3.3. Losa nervada y losa maciza

La losa nervada es el forjado principal usado en esta estructura la cual tiene un espesor total de 35 cm para todos los niveles excepto el último piso; que tiene un espesor total de 40 cm. La sección de los nervios que la conforma es de 15 x 35 cm separados de eje a eje 85 cm en ambas direcciones, dejando así huecos rectangulares de 70 x 70 cm para la colocación de los casetones de polietileno que tienen una sección de 30 x 70 x 23 cm. En cada uno de sus extremos, esta losa reticular va unida a un nervio principal o a una viga según este detallado en los planos. En la siguiente figura (Figura 9; planos estructurales K2M) se puede ver el detalle de la misma.

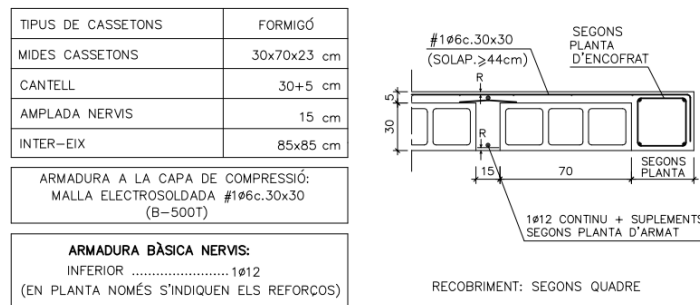


Figura 9. Características de la losa nervada de 35 cm (Fuente: Planos estructurales del edificio K2M)

La losa maciza fue utilizada en las losas exteriores, las cuales son también las que unen en diferentes puntos el edificio con el muro de hormigón armado que se encuentra en la parte perimetral bajo nivel del terreno. Los espesores de estas losas son de 20 y 25 cm con armado tanto en la parte superior como inferior y siendo en algunas partes de sección variable. En la siguiente figura (Figura 10; planos estructurales K2M) se puede ver el detalle de la losa maciza de 20 cm de espesor.

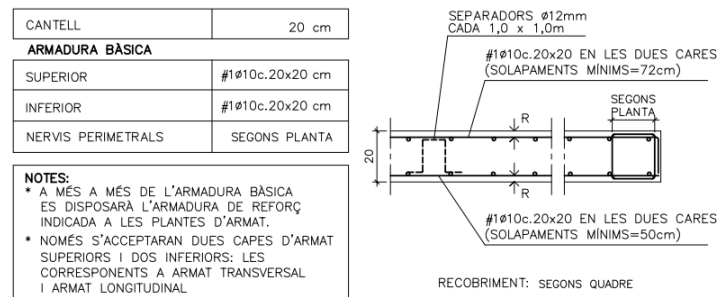
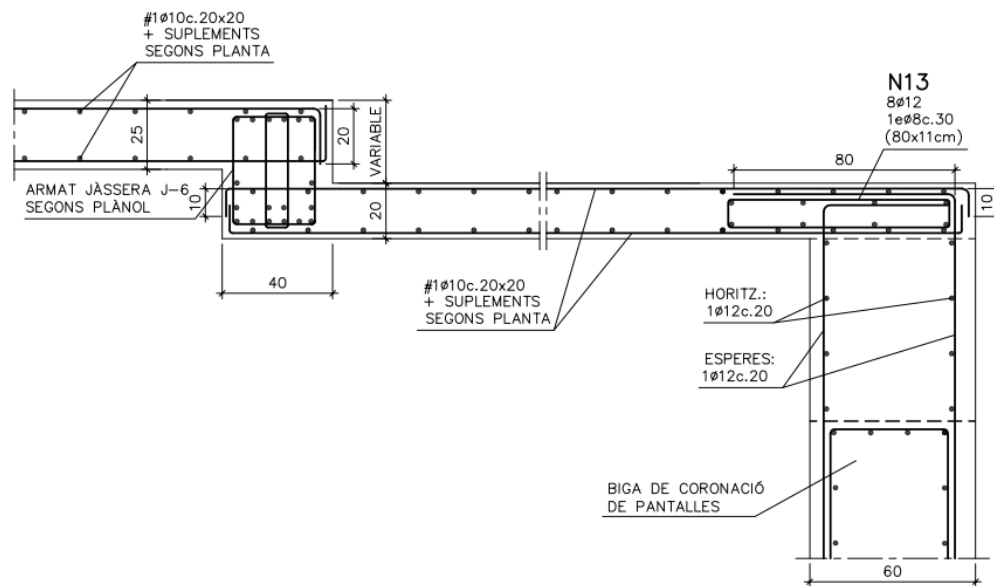


Figura 10. Características de la losa maciza de 20 cm (Fuente: Planos estructurales del edificio K2M)

### 3.3.4. Muro perimetral de hormigón armado

El muro perimetral de hormigón armado rodea el edificio en 3 de sus laterales, el cual va variando en altura dependiendo del desnivel del terreno en todos sus puntos; separando así el edificio del terreno. No obstante, estos se conectan solo en algunos puntos donde existen losas exteriores y en el soterrado número 3 que se conecta directamente con el edificio. En toda la construcción hay tres secciones distintas de estos muros que son de 30, 45 y 60 cm de espesor. Este detalle se puede observar en los planos estructurales anexos. En la siguiente figura (*Figura 11; planos estructurales K2M*) se puede observar el detalle de una de estas secciones.



*Figura 11. Unión de losas macizas, nervios y muro pantalla con sus secciones (Fuente: Planos estructurales del edificio K2M)*

En la *figura 11 (Planos estructurales K2M)* se puede observar el detalle de la unión de dos losas macizas de secciones diferentes y en diferentes alturas mediante un nervio principal, así como a su vez la unión de la losa maciza con el muro pantalla mediante otro nervio principal.

### 3.4. Hipótesis de cargas

Las cargas consideradas en las diferentes áreas del edificio para fines de diseño están detalladas en los planos y se pueden observar en la siguiente tabla (*tabla 8; planos estructurales K2M*):

*Tabla 8. Hipótesis de cargas para losas nervadas y losas macizas*  
(Fuente: Planos estructurales del edificio K2M)

ZONA	FORJAT RETICULAR		LLOSA MASSISSA
	h=30+5cm		h=20cm
	AULES	ZONES COMUNES	EXTERIOR
Pes propi (Retícula)	5,50 kN/m <sup>2</sup>	5,50 kN/m <sup>2</sup>	5,00 kN/m <sup>2</sup>
Càrregues permanents	1,20 kN/m <sup>2</sup>	1,20 kN/m <sup>2</sup>	2,50 kN/m <sup>2</sup>
Sobrecàrrega d'ús	3,00 kN/m <sup>2</sup>	4,00 kN/m <sup>2</sup>	3,00 kN/m <sup>2</sup>
Càrrega d'envans	0,50 kN/m <sup>2</sup>	0,50 kN/m <sup>2</sup>	— kN/m <sup>2</sup>
Sobrecàrrega de neu	— kN/m <sup>2</sup>	— kN/m <sup>2</sup>	0,40 kN/m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>10,20 kN/m<sup>2</sup></b>	<b>11,20 kN/m<sup>2</sup></b>	<b>10,90 kN/m<sup>2</sup></b>

Para el modelado del edificio se aplicaron estas cargas, excepto la carga de nieves, ya que no es una carga real a la que está expuesto el edificio K2M.

## 4. MODELADO DEL EDIFICIO

### 4.1. Descripción del modelo

Para la modelación del edificio K2M se utilizaron dos programas de CSI (*Computer & Structures, Inc*) que fueron el ETABS 2013 y el SAP2000 los cuales están basados en el método de elementos finitos (EMS), con la finalidad de realizar el análisis modal del edificio y obtener la curva de capacidad o *curva pushover*, así como también obtener un análisis dinámico incremental de la estructura (IDA).

En el capítulo anterior (*Capítulo 3*) se describe el edificio, sus materiales y los elementos e hipótesis de cargas que los conforman; este capítulo describirá la forma en la que estos se introducen a los programas utilizados para modelarlos así como también las consideraciones o hipótesis consideradas para los fines.

En este capítulo también se describirán el modelo del edificio K2M considerando la influencia de los muros en la rigidez de la estructura y el modelo del edificio considerando solo el peso de los muros; pesando ambos edificios lo mismo.

#### 4.1.1. Materiales. Hormigón

En el *capítulo 3* se definen las propiedades del hormigón consideradas en el diseño de la estructura teniendo como valor de la resistencia característica  $f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$  ( $2.50 \text{ kN/cm}^2$ ), sin embargo debido a que este trabajo se basa en el análisis del comportamiento real de la estructural y sabiendo que la resistencia características del hormigón utilizado en la ejecución de proyectos es  $f_{ck} = 3.00 \text{ kN/cm}^2$ ; es esta ultima la que se le define a los programas. Considerando así un hormigón para todo el edificio con un peso específico  $\gamma = 24.99 \text{ kN/m}^3$ , un módulo de elasticidad  $E_c = 3357.77 \text{ kN/cm}^2$ , un coeficiente de Poisson  $\nu = 0.20$ , un coeficiente de dilatación térmica  $\alpha = 5.50 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  y un módulo de elasticidad transversal  $G = 1399.07 \text{ kN/cm}^2$ . Estas propiedades del material definidas anteriormente así como como las propiedades no lineales; las tiene ya definidas el programa en su base de datos la cual para el tipo de hormigón HA-30 son las determinadas por la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-98.

**Material Property Data**

**General Data**

Material Name: HA-30

Material Type: Concrete

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: [Color Selection]

Material Notes: [Text Area]

**Material Weight and Mass**

☒ Specify Weight Density ☐ Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 0.000025 kN/cm<sup>3</sup>

Mass per Unit Volume: 2.549E-08 kN-s<sup>3</sup>/cm<sup>4</sup>

**Mechanical Property Data**

Modulus of Elasticity, E: 3357.773 kN/cm<sup>2</sup>

Poisson's Ratio, U: 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000055 1/C

Shear Modulus, G: 1399.072 kN/cm<sup>2</sup>

**Design Property Data**

[Modify/Show Material Property Design Data...]

**Advanced Material Property Data**

[Nonlinear Material Data...] [Material Damping Properties...]

[Time Dependent Properties...]

[OK] [Cancel]

Figura 12. Ventana del programa ETABS con las propiedades del hormigón HA-30

En la figura 12 se muestran las propiedades antes descritas del material de hormigón que se consideró para este trabajo y en la figura 13 se observan las propiedades no lineales del mismo.

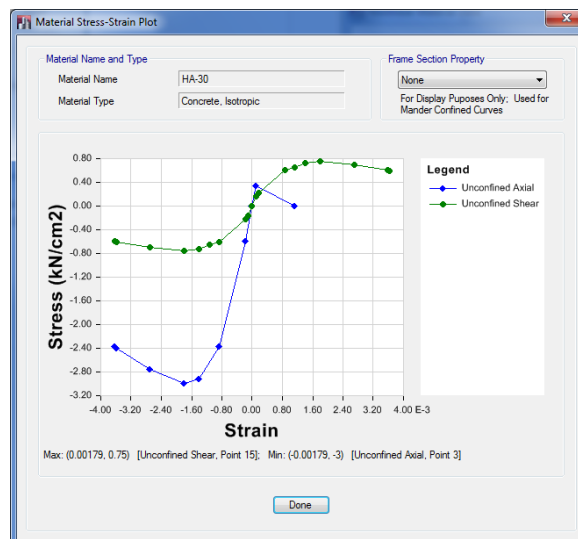


Figura 13. Ventana de ETABS con la Curva de las propiedades no lineales del hormigón HA-30



#### 4.1.2. Materiales. Acero estructural de refuerzo

El acero de refuerzo utilizado en el modelo es el mismo descrito en el apartado 3.2.2. el cual viene definido por la “Instrucción de Hormigón Estructural EHE-98” y considera la utilización para este tipo de edificios el acero tipo *B 500 S* el cual tiene un peso específico  $\gamma = 76.97 \text{ kN/m}^3$ , un módulo de elasticidad  $E = 19994.80 \text{ kN/cm}^2$ , un coeficiente de dilatación térmica  $A = 1.17 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , un límite elástico  $f_y = 50 \text{ kN/cm}^2$  y una carga ultima de rotura  $f_u = 62.05 \text{ kN/cm}^2$ .

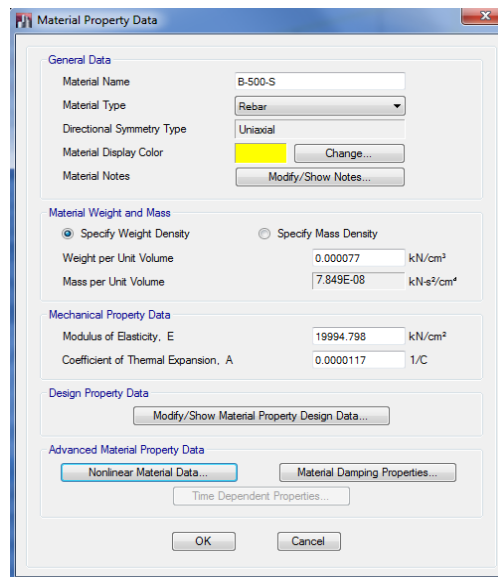


Figura 14. Ventana del programa ETABS con las propiedades del acero B 500 S

En la figura 14 se muestran las propiedades antes descritas del acero de refuerzo que se consideró para este trabajo y en la figura 15 se observan las propiedades no lineales del mismo.



Figura 15. Ventana de ETABS con la Curva de las propiedades no lineales del acero B 500 S

#### 4.1.3. Materiales. Mampostería

En el *apartado 3.2.3.* se define las propiedades de la mamposterías a considerar para el modelo que plantearemos tomando en cuenta la influencia de los muros de mampostería a la rigidez de la estructura. Estos valores son una resistencia a compresión del bloque es de  $1.50 \text{ kN/cm}^2$ . Obteniendo que las propiedades de los muros de mampostería con un peso específico  $\gamma = 11.77 \text{ kN/m}^3$ , un módulo de elasticidad  $E_{me} = 57.00 \text{ kN/cm}^2$ , una resistencia a la compresión  $f_{me}' = 8.50 \times 10^{-2} \text{ kN/cm}^2$ , una resistencia a tracción (10% de la resistencia a compresión)  $f_t' = 8.50 \times 10^{-3} \text{ kN/cm}^2$  y una deformación bajo la tensión máxima  $\epsilon_m' = -3 \times 10^{-3}$ .

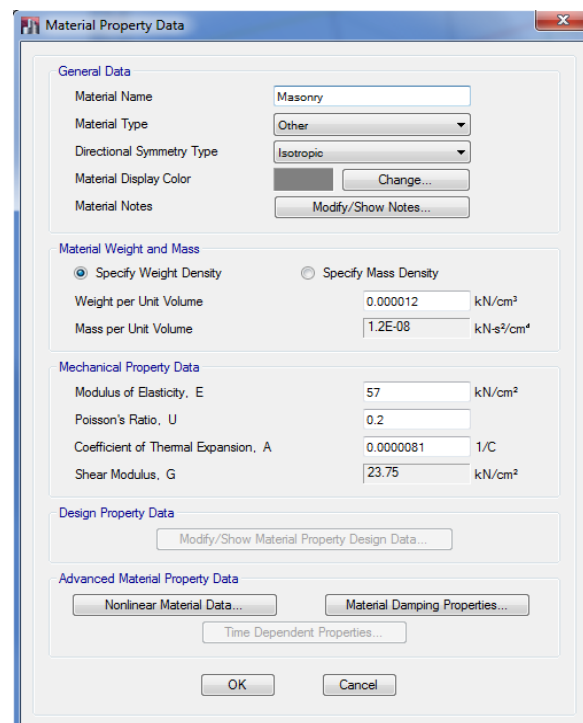


Figura 16. Ventana del programa ETABS con las propiedades del muro de mampostería

En la *figura 16* se muestran las propiedades antes descritas del muro de mampostería y en la *figura 17* se observan las propiedades no lineales del mismo.

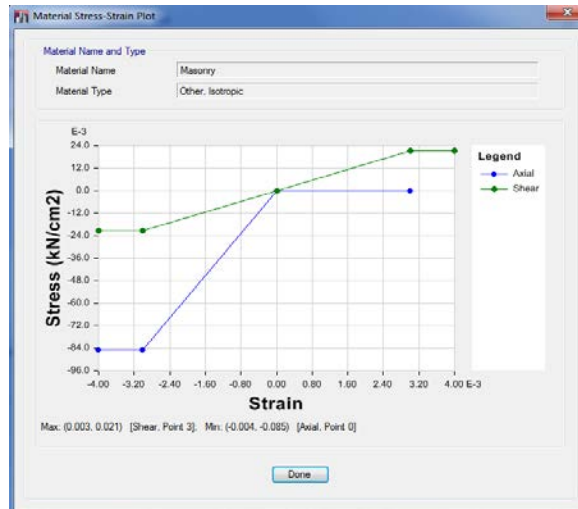


Figura 17. Ventana de ETABS con la Curva de las propiedades no lineales del muro de mampostería

#### 4.1.4. Elementos estructurales. Columnas, vigas y nervios

Para el caso de las columnas, las vigas y los nervios se utilizó la información disponible en los planos estructurales para definir las propiedades de cada uno de ellos; definiendo cada uno de estos para el programa como un elemento tipo *frame*, en el cual es posible modelar la torsión, el corte biaxial, la fuerza axial y la flexión biaxial (según el manual de ETABS 2013 y SAP2000). Los programas reconocen los 6 grados de libertad en cada uno de los nodos de unión con otro elemento del modelo. En la *figura 18* se muestra la ventana del programa ETABS 2013 donde se definen las propiedades para cada uno de estos elementos.

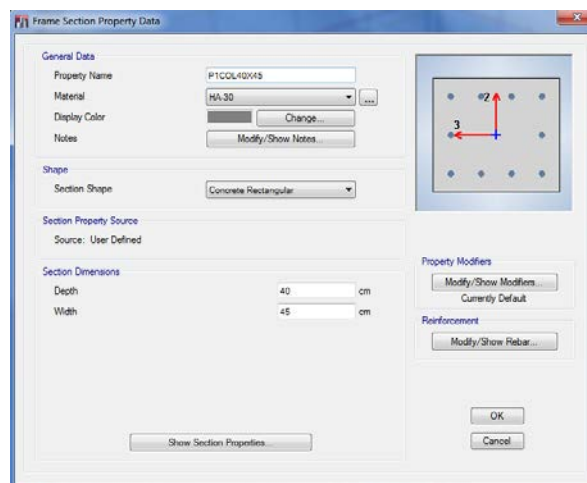
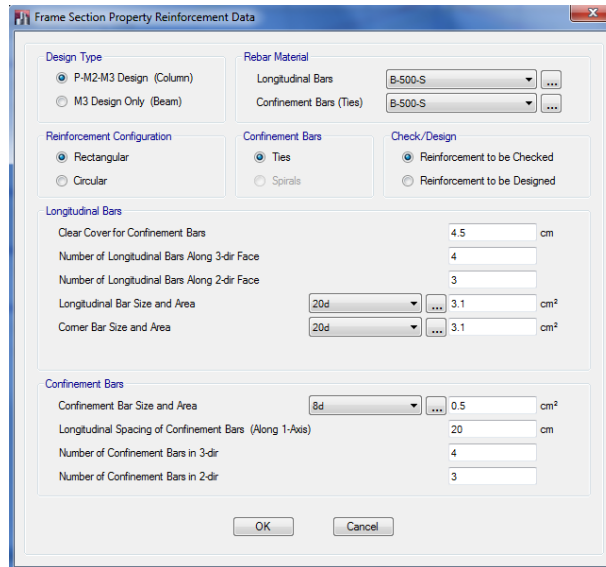


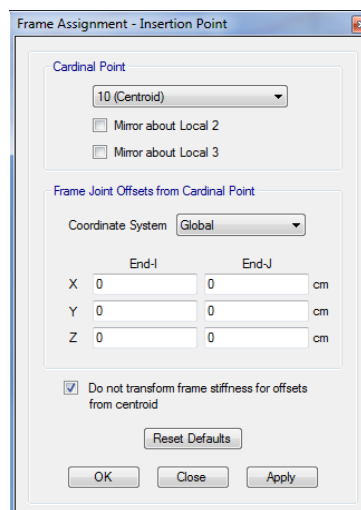
Figura 18. Ventana del programa ETABS 2013 donde se modifican las propiedades de los elementos tipo *frame*

Estos programas también permiten modificar las propiedades del acero de refuerzo a considerar en cada uno de los elementos como se puede observar en la *figura 19*. El detalle de cada una de las secciones y características de las columnas, vigas y nervios está disponible en los planos estructurales anexos.



*Figura 19. Ventana del programa ETABS 2013 donde se modifican las propiedades del acero de refuerzo de cada elemento tipo frame*

Otra herramienta importante en el modelado de estos elementos fue el uso del “*Insertion point*” el cual es muy útil cuando los elementos son de diferentes secciones y no están alineados por sus ejes como es el caso de la mayoría de estos elementos en el edificio K2M.

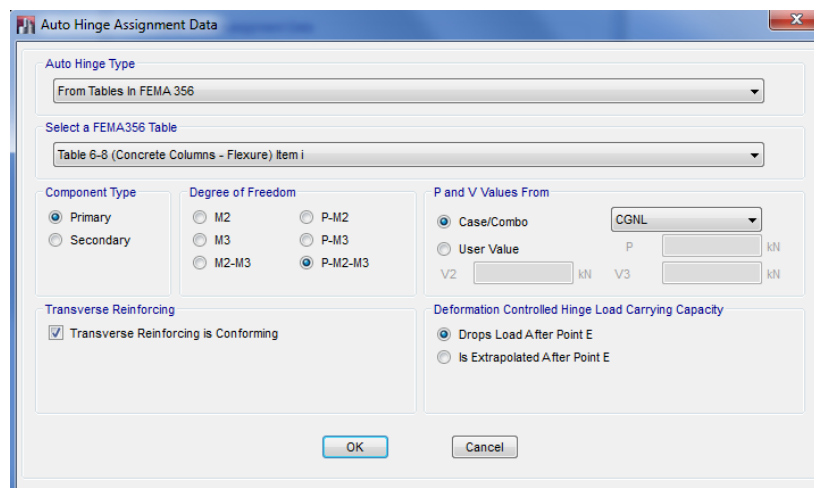


*Figura 20. Ventana del programa ETABS 2013 donde se utiliza el "insertion point" en elementos tipo frame*

En la *figura 20* se puede observar la ventana del programa ETABS 2013 del “*insertion point*” donde tenemos las opciones de elegir la colocación del elemento ya sea por su eje transversal o por uno de sus extremos (izquierda, derecha, arriba, abajo) y la opción también de desplazar el elemento del eje de coordenadas según el sistema de coordenadas planteado.

Para que el programa pueda hacer realizar el análisis de empuje incremental *pushover* así como también el análisis dinámico incremental IDA es necesario definirle a los elementos tipo *frame* la posición de donde se espera que ocurran las rotulas plásticas. Estas posiciones de las rotulas se considera en el caso de todas las vigas y nervios a un 15% de su longitud en cada uno de los extremos. Para el caso de las columnas, según estudios de investigación se ha demostrado que para pórticos con muros de mampostería no reforzada y con huecos de ventanas o puertas; las rotulas se producen más cerca de los extremos de las columnas; por lo que para estos casos se consideran tres rotulas plásticas, una a 5% de la longitud en cada uno de los extremos de la columna y una tercera en el centro del elemento. Para el mismo caso pero sin huecos de ventanas ni puertas; solo se consideran las dos rotulas de los extremos separadas a un 5% de su longitud y por ultimo para el caso de pórticos sin muros de mampostería se consideran las rotulas a un 15% de sus extremos.

Una vez determinadas las posiciones de las rotulas, el programa las define internamente mediante las *tablas 6-7 y 6-8* incluidas en el documento FEMA-356 (2000). En ellas se indican los parámetros de modelación y el criterio de aceptación para vigas y columnas de hormigón armado, según las características definidas para cada elemento tipo *frame*.



*Figura 21. Ventana del programa ETABS 2013 para la asignación de rotulas plásticas*

Uno de los parámetros que usan estas tablas es el espaciamiento entre los estribos para el cual se indica un valor mínimo igual a  $d/3$ , siendo  $d$  la menor dimensión del elemento. En la figura 21 se puede observar la casilla donde se marca la conformidad (*transverse reinforcing is conforming*) de este parámetro dependiendo de cada elemento. Para el caso de los elementos de este edificio algunos cumplían con este parámetro y otros no.

#### 4.1.5. Elementos estructurales. Losa nervada y losa maciza

Para definir las losas nervadas y las losas macizas se utilizó el elemento de modelo tipo *Shell* del programa; el cual combina una formulación *membranal* con un comportamiento tipo *Plate*. Este elemento considera los 6 grados de libertad en cada uno de los nodos conectados a otro elemento de la estructura. Por otra parte el programa reconoce dos modelos tipos de *Shell*; el *Shell-Thin* donde el efecto del cortante está definido a partir de los valores obtenidos del momento flector usando las ecuaciones de equilibrio, y el *Shell-Thick* donde el efecto del cortante está calculado directamente mediante la formulación de Mindlin – Reissner (Manual de ETABS 2013).

Otra propiedad que tiene el programa es que además incorpora un tipo de elemento que sirve para modelar las losas nervadas llamado tipo *Waffle* en el cual solo es necesario colocar el espesor total de la losa nervada, el espesor de la capa maciza, las secciones de los nervios que conforman la losa y los espaciamientos entre cada uno de ellos. Con esta propiedad tipo *Waffle* se modelan las losas nervadas de este modelo y para el caso de las losas macizas se modelan con la propiedad tipo *Slab*; Siendo ambas del tipo *Shell-Thin*.

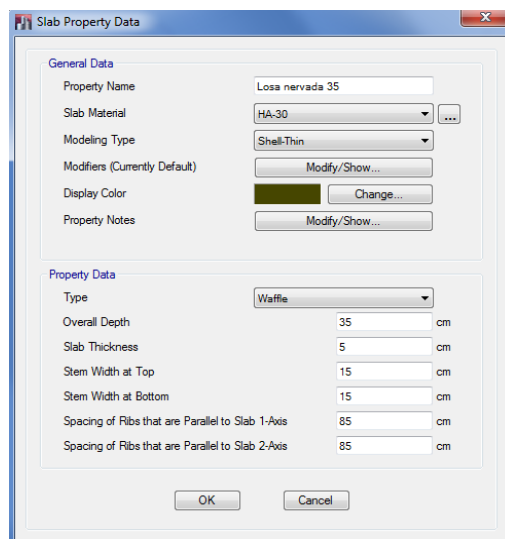
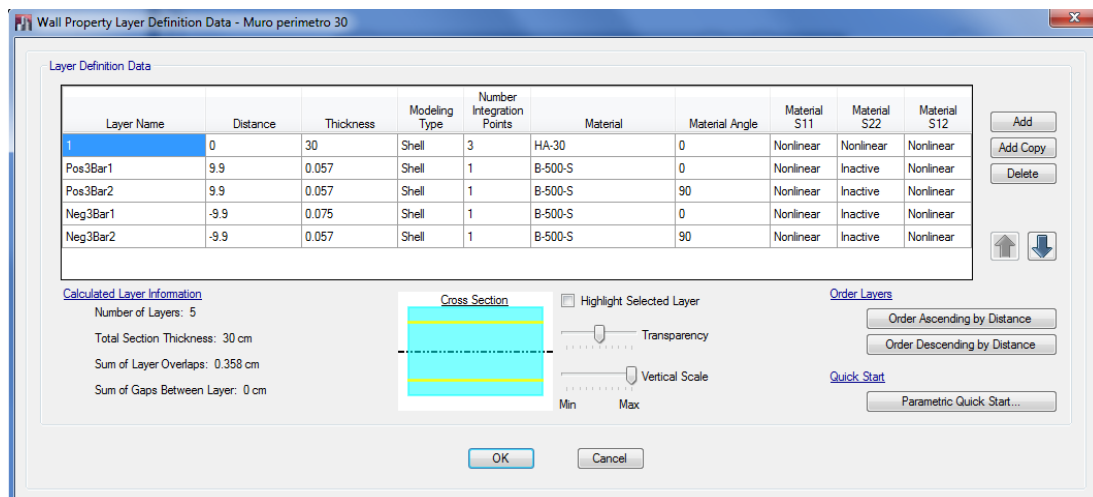


Figura 22. Ventana del programa ETABS 2013 donde se definen las losas nervadas y losas macizas (Fuente: ETABS 2013)

En la *figura 22* se puede ver la ventana donde se modifican cada una de las propiedades mencionadas anteriormente. Las secciones de cada una de estas losas se pueden observar en los planos estructurales anexos.

#### 4.1.6. Elementos estructurales. Muro perimetral de hormigón armado

Utilizando los datos de las secciones de los muros perimetrales de hormigón armado, estos se modelaron en el programa utilizando la opción de modelado tipo *Layered* la cual permite modificar las características no lineales del material así como también permite incorporar el acero estructural de refuerzo que necesite cada sección según el detalle de los planos.



*Figura 23. Ventana del programa ETABS 2013 donde se definen los muros tipo Layered*

La *figura 23* muestra la ventana que permite modificar el espesor, el tipo de losa o muro que se desea; que en nuestro caso se modelaron los muros tipo *Shell*, así como también esta ventana permite modificar la no linealidad de los elementos en cada uno de sus ejes e incorporar el acero de refuerzo en caso de ser necesario. Las secciones de cada uno de estos tipos de muros se pueden observar en los planos estructurales anexos.

## 4.2. Modelo con muros

El modelo con muros del edificio K2M se hace con la finalidad de poder analizar para este caso en específico; la influencia de los muros de mampostería no reforzada en el comportamiento de la estructura y en su rigidez global.

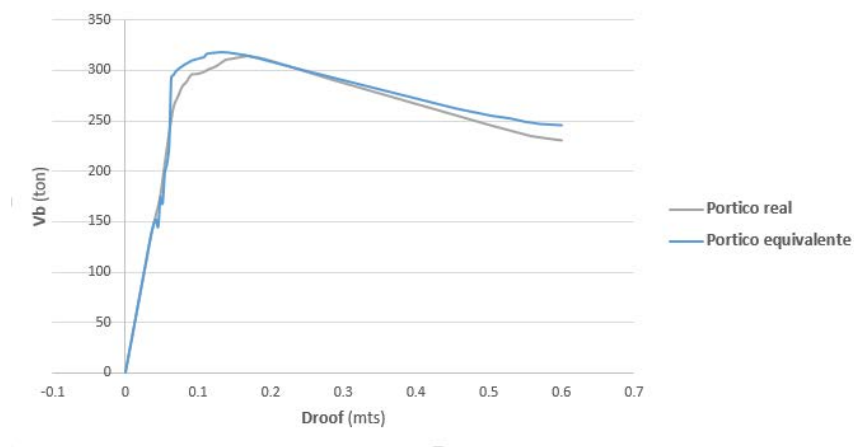
A pesar de la falta de información de los muros de mampostería que se utilizaron en el proyecto ya que no se conoce con exactitud las propiedades del tipo de ladrillo que se utilizó así como tampoco obtuvimos planos *as-build* (de ejecución) para obtener las dimensiones y ubicaciones de los mismos, es entonces por lo que tomamos en consideración las propiedades de la mampostería explicadas en el *apartado 3.2.3.* y las propiedades del panel explicadas en el *apartado 4.1.3.* y la ubicación y espesores aproximados de los muros fue considerada mediante unos planos en planta arquitectónicos del programa *AutoCAD*. La ubicación y medidas de las ventanas y puertas fueron medidas directamente en el edificio. Una vez obtenidos todos estos datos, una consideración importante que se hizo a la hora de modelar los muros en los programas; fue estimar muros equivalentes para evitar introducir al programa muros con huecos ya que esto provoca errores de mallado. Para lo que abarca este trabajo, estos muros equivalentes deben tener un comportamiento igual o similar a la hora de ser sometidos a métodos no lineales, por lo que esta estimación se hizo siguiendo algunos criterios los cuales se detallan a continuación:

- a) Se modelaron cada uno de los pórticos con sus muros reales incorporándoles sus respectivos huecos y se hizo un análisis gravitacional y modal bidireccional obteniendo así el peso, modos de vibración y periodos.
- b) Se modelaron de igual manera un pórtico con las mismas condiciones del anterior solo que a pesar de tener el mismo mallado en las divisiones provocadas por los huecos; estos se eliminaron dando como resultado el mismo pórtico pero con un panel de muro de mampostería completo, el cual al ser sometido al análisis gravitacional y modal bidireccional lanzaría valores diferentes tanto del peso como de sus modos de vibración y periodos.
- c) Para visualizar la diferencia del comportamiento de estos pórticos se sometieron a un análisis *pushover* o curva de capacidad; la cual depende principalmente del peso, de los modos de vibración y del periodo de las estructuras.
- d) una vez visto ambos análisis *pushover* (del pórtico con huecos real y del pórtico sin huecos) el primer paso fue entonces reducir el peso del pórtico sin huecos asemejándolo al pórtico real.
- e) una vez hecho esto ya el peso era equivalente entre ambos pórticos, pero el comportamiento seguía siendo diferente debido a los modos de vibración y periodos

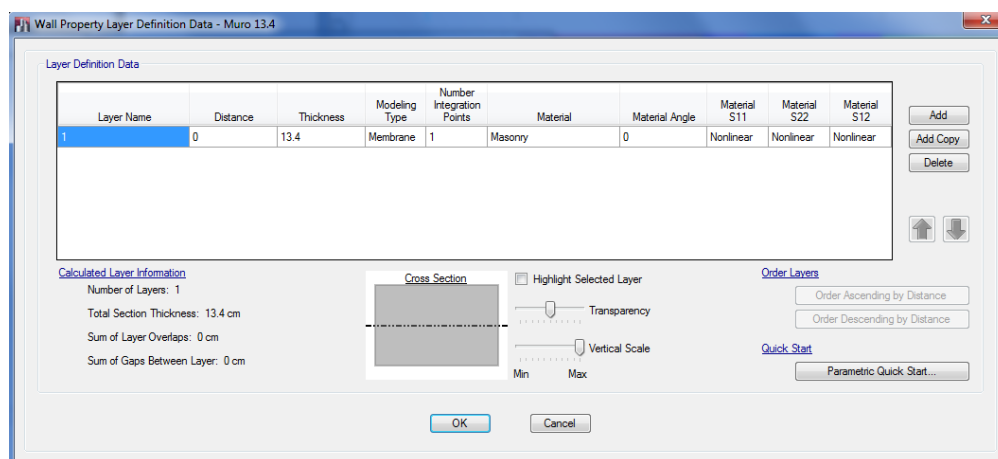


diferentes, por lo que siguió un proceso de ajuste de estos periodos ya que los mismos dependen de la rigidez y de los pesos aplicados en cada nodo de la estructura, provocando que el periodo del pórtico que contenía un muro de menor espesor fuese menor; y es por esto que la compensación se logró aplicando cargas de muros y reduciendo el espesor del muro o viceversa hasta conseguir que tanto el peso como los periodos y modos de vibración de ambas estructuras sean semejantes.

El resultado de este procedimiento explicado anteriormente se puede visualizar en la *figura 24*, donde se observa la curva de capacidad de uno de los pórticos de la estructura con su pórtico real y el equivalente con comportamientos muy similares.



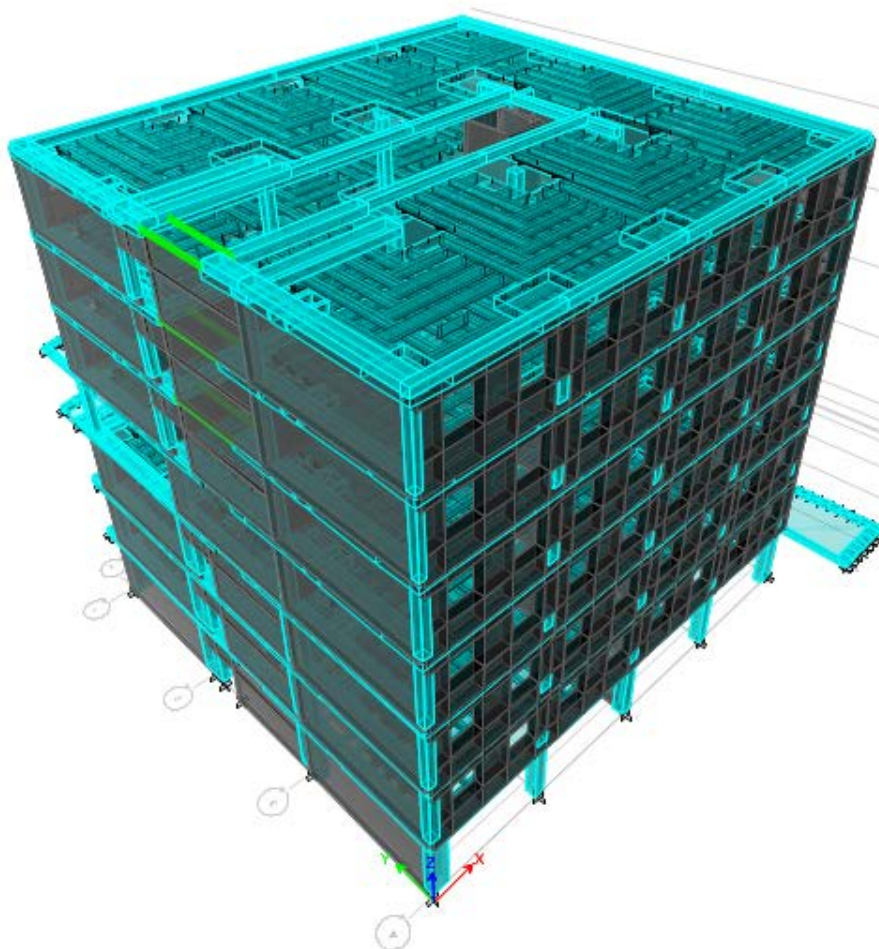
*Figura 24. Curva de capacidad o curva pushover del pórtico A real y equivalente del edificio K2M*



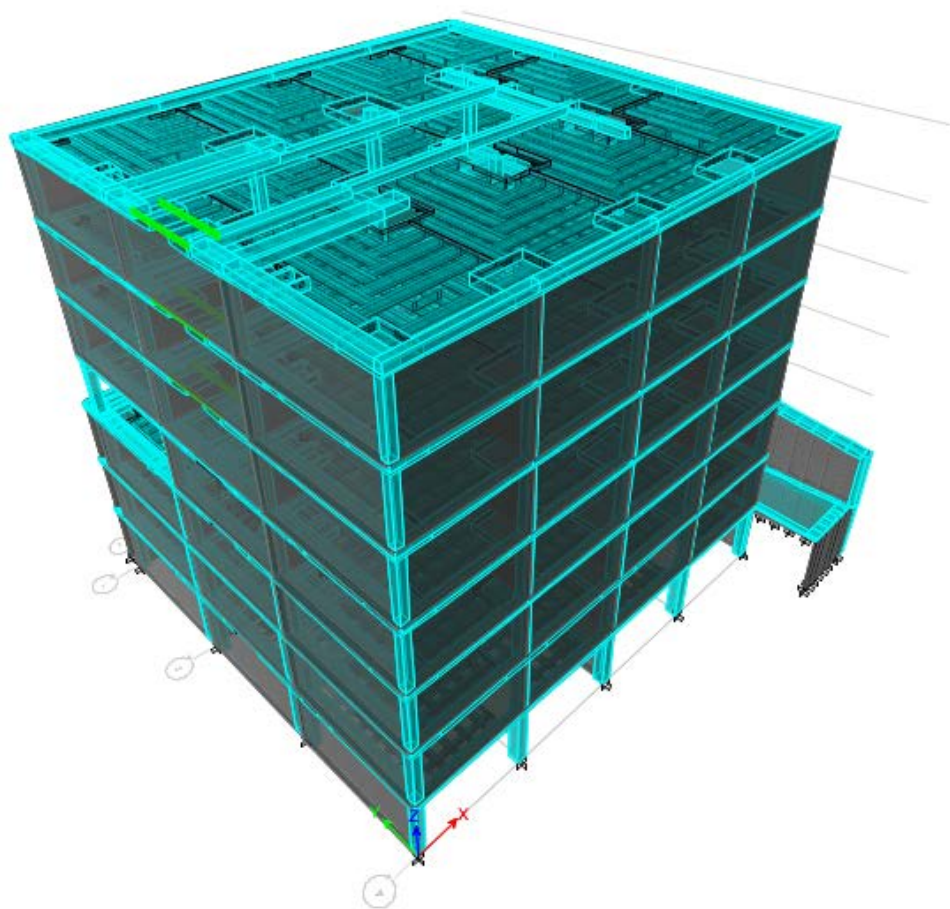
*Figura 25. Ventana del programa ETABS 2013 para modificar las propiedades de los muros*

Una vez determinados los espesores de muros equivalentes sus respectivas cargas, estos se incorporaron en la estructura de una manera muy similar a la manera de modelar los muros perimetrales de hormigón, ya que fue mediante la herramienta del tipo *Layered* siendo la única diferencia entre estos que los muros de mampostería se les asignó el material definido como mampostería y que tampoco llevaban acero estructural de refuerzo; teniendo si las mismas características no lineales de cada uno de los elementos. Esto se puede visualizar en la *figura 25*.

En la *figura 26* se puede observar el modelo del edificio K2M real en 3D; el cual contiene todos los huecos en muros de ventanas y puertas, y en la *figura 27* se observa el modelo equivalente a este mencionado; con el cual en este trabajo se continua trabajando para hacer el análisis deseado.



*Figura 26. Modelo con muros y huecos del edificio K2M usando el programa ETABS 2013*



*Figura 27. Modelo con muros equivalentes del edificio K2M usando el programa ETABS 2013*

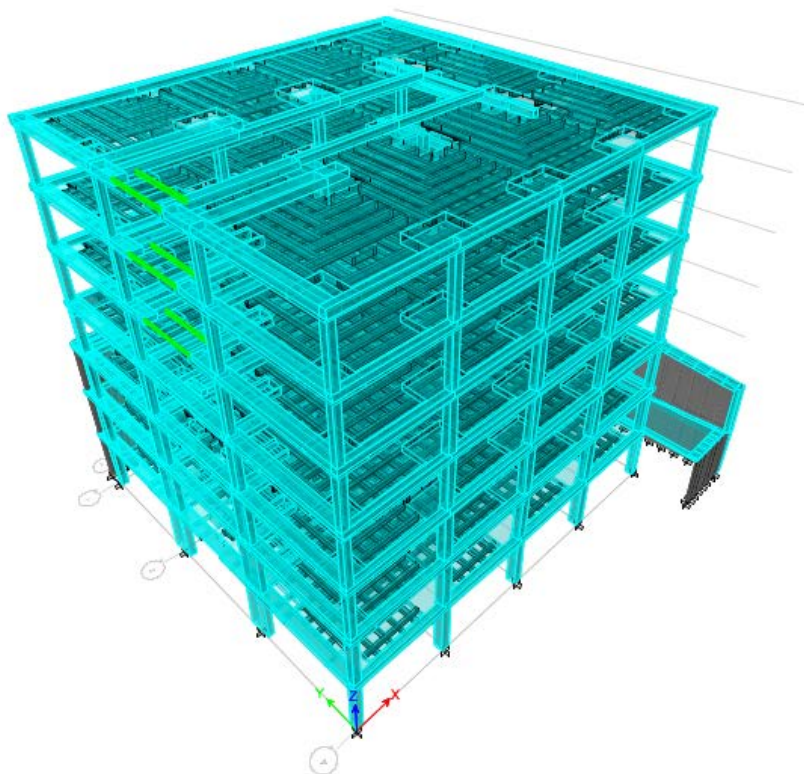
### 4.3. Modelo sin muros

El modelo sin muros del edificio K2M es tal cual como lo consideraron a la hora de diseñarlo ya que no tomaron en cuenta la influencia de los muros y solo consideraron un sobre peso de cargas de muros el cual fue aplicado en las losas en el análisis y diseño del mismo.

La importancia de crear este modelo es de comparar la respuesta de la estructura que se diseñó con el de la estructura que realmente considera el efecto de los muros que la componen.

Para simular el modelo sin muros del edificio la única consideración a tomar fue ir eliminando área por área los muros del primer modelo (con muros) e ir aplicando el peso generado por los mismos en sus determinadas áreas. Consiguiendo con esto que ambos modelos tengan un mismo peso.

En la *figura 28* se puede observar el modelo sin muros resultante del edificio K2M.



*Figura 28. Modelo sin muros del edificio K2M usando el programa ETABS 2013*

#### 4.4. Modelado en ETABS 2013 y SAP2000

El modelado de los edificios (con muros y sin muros) se hace mediante los programas ETABS 2013 y SAP2000 (Computer & Structures, Inc), sabiendo que el SAP2000 permite un nivel mayor de detalles en el modelado de elementos como sucede por ejemplo en el caso del acero de refuerzo de los elementos tipo *frame* al momento de considerar el acero de refuerzo; así como también en el modelado de las losas con respecto al mallado y colocación de los nervios y refuerzos necesarios permite introducir todos los detalles necesarios, a diferencia del ETABS 2013 que en los elementos tipo *frame* da opciones muy limitadas con respecto al acero de refuerzo permitiendo solo colocar el área de acero necesaria; y en el caso de las losas que solo tiene unos diferentes tipos de losas predefinidos donde solo se pueden modificar las dimensión; sin poder introducir a la losa ningún acero de refuerzo ni otro tipo de detalles. Debido a esto se modelan los edificios en ambos programas para poder identificar cualquier diferencia en el análisis modal y en la curva de capacidad, sin embargo al obtener estos resultados se ha decidido continuar todo el análisis y cuerpo del trabajo con los datos obtenidos en el ETABS 2013 ya que los resultados son muy similares (como se puede ver en la *tabla 9* y en la *figura 29*); considerando así que para un edificio con estas características (convencional) el programa ETABS 2013 reproduce de manera acertada mediante el uso de herramientas más sencillas su comportamiento.

*Tabla 9. Modos de vibración del modelo en ETABS 2013 y en SAP2000*

EDIFICIO K2M CON MUROS		
Modo de vibración	ETABS 2013 Periodo (s)	SAP2000 Periodo (s)
1 <sup>er</sup> Modo	0.76	0.75
2 <sup>do</sup> Modo	0.62	0.62
3 <sup>er</sup> Modo	0.53	0.52



*Figura 29. Comparación de curvas de capacidad del edificio K2M en la dirección Y utilizando los programas ETABS 2013 y SAP2000*



## 5. ANALISIS MODAL

El objetivo del Análisis modal en la mecánica estructural es determinar las frecuencias naturales y modos de vibrar de un objeto o estructura durante vibración libre. Es común utilizar el Método de los elementos finitos (*MEF*, o *FEM* por sus siglas en inglés) para desarrollar el análisis porque, como en otros cálculos usando el *MEF*, el objeto que se analiza puede tener formas arbitrarias y los resultados de los cálculos son aceptables. Los tipos de ecuaciones que surgen del análisis modal son vistas en Sistemas propios. La interpretación física de los valores propios y vectores propios, los cuales vienen de resolver el sistema, representa las frecuencias y modos de vibrar correspondientes. A veces, los únicos modos deseados son los correspondientes a las menores frecuencias porque pueden ser los modos predominantes en la vibración del objeto.

También es posible determinar las frecuencias naturales y modos de vibrar de un objeto mediante ensayos experimentales. En este caso, el procedimiento se denomina análisis modal experimental. Los resultados de las pruebas experimentales pueden usarse para calibrar un modelo de elementos finitos para determinar si las hipótesis subyacentes hechas fueron correctas (Por ejemplo, propiedades correctas de materiales y condiciones de borde consideradas en el modelo).

Para los problemas más básicos envolviendo un material linealmente elástico el cual obedece la Ley de elasticidad de Hooke, las ecuaciones de matriz tomando la forma de un sistema de masas de resorte tridimensional dinámico. La ecuación generalizada de movimiento es dada como:

$$[M]\ddot{\mathbf{u}} + [C]\dot{\mathbf{u}} + [K]\mathbf{u} = \mathbf{F}$$

Donde:

$[M]$  : Es la matriz de masa.

$\ddot{\mathbf{u}}$  : Es la 2<sup>da</sup> derivada de tiempo del desplazamiento.

$\mathbf{u}$  : Es el desplazamiento.

$\dot{\mathbf{u}}$  : Es la velocidad.

$[C]$  : Es la matriz de amortiguación.

$[K]$  : Es la matriz de rigidez.

$\mathbf{F}$  : Es el vector fuerza.

El problema general, con la amortiguación diferente de cero, es un problema de valor propio cuadrático. Sin embargo, para análisis modal vibracional, la amortiguación es generalmente ignorada, dejando solo el primer y tercer término en el lado izquierdo:

$$[\mathbf{M}]\ddot{\mathbf{u}} + [\mathbf{K}]\mathbf{u} = \mathbf{0}$$

Esta es la forma general de los sistemas propios encontrados en ingeniería estructural usando el Método de los elementos finitos. Adicionalmente, el movimiento armónico es típicamente asumido para la estructura que si  $[\ddot{u}]$  es tomada a ser igual  $\lambda[u]$ , donde  $\lambda$  es un valor propio (con unidades de cuadrado de tiempo reciproco, ej.,  $s^{-2}$ ), y la ecuación se reduce a:

$$[\mathbf{M}]\mathbf{u}\lambda + [\mathbf{K}]\mathbf{u} = \mathbf{0}$$

En contraste, la ecuación para el problema estático es:

$$[\mathbf{K}]\mathbf{u} = \mathbf{F}$$

La cual es esperada cuando todos los términos teniendo un tiempo derivativo son fijados a cero.



## **6. METODO DEL ESPECTRO DE CAPACIDAD-DEMANDA (ATC-40)**

### **6.1. Introducción**

Al someter una edificación a movimientos del terreno debido a un sismo, esta experimenta desplazamientos laterales y consecuentemente deformaciones en sus elementos. Para respuestas de amplitud pequeña las deformaciones en los elementos permanecen en el rango elástico y prácticamente no ocurren daños, sin embargo para respuestas de amplitud mayor las deformaciones de los elementos exceden su capacidad elástica y la edificación experimenta daños. En este caso la mejor estimación de la respuesta global de la estructura y de la demanda en sus componentes individuales se obtiene recurriendo a sofisticados procedimientos de análisis no lineal en el tiempo, cuyos resultados tienden a ser altamente sensibles a pequeños cambios del comportamiento de sus componentes y a las características del movimiento empleado.

Existen diversos métodos de análisis estático no lineal para evaluar edificaciones existentes que permiten comparar la capacidad de la edificación con la demanda sísmica a la cual será expuesta.

El documento ATC-40 (1996), que trata sobre la evaluación sísmica y la rehabilitación de edificios de hormigón armado, propone el método del espectro capacidad-demanda el cual permite estimar gráficamente el desempeño sísmico de una edificación. Este método se basa fundamentalmente en una representación aproximada de las características globales no lineales de la estructura obtenidas mediante el remplazo del sistema no lineal por un sistema lineal equivalente usando como base; procedimientos del análisis modal (ATC-40, 1996).

### **6.2. Procedimiento del método**

Este método consiste básicamente en comparar el espectro de capacidad de la estructura con el espectro de la demanda sísmica para identificar el desplazamiento máximo o punto de desempeño donde la capacidad y la demanda se igualan permitiendo estimar la respuesta máxima de la estructura, la cual servirá de base para compararla con el nivel de desempeño esperado.

### 6.2.1. Espectro de capacidad

La capacidad de una estructura es la representación de la habilidad de la misma para resistir una demanda sísmica la cual unos de los métodos de obtenerla es mediante una curva de capacidad o curva *pushover*. Esta curva se obtiene mediante un análisis estático no lineal incremental de un modelo representativo de la estructura donde se obtiene la curva de capacidad la cual se representa generalmente como el cortante basal ( $V_{base}$ ) obtenido para varios incrementos del estado de carga lateral respecto del desplazamiento lateral del ultimo nivel de la edificación ( $D_{roof}$ ). Esta curva consiste en una serie de segmentos de rectas de pendientes decrecientes asociados a la progresiva degradación de la rigidez y la cedencia de los elementos; lo cual se traduce en el daño provocado en la estructura (Figura 30).

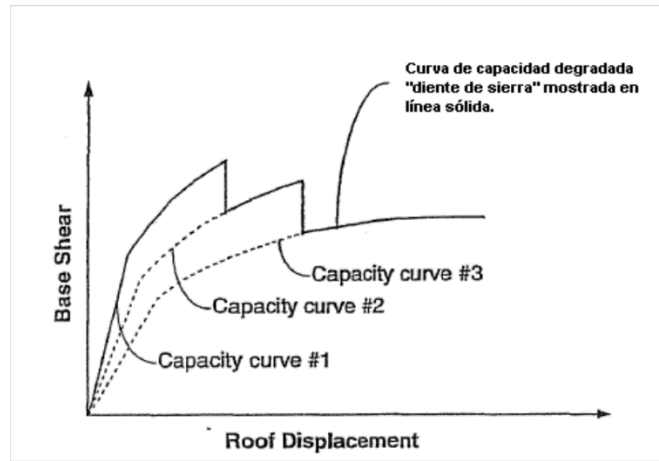


Figura 30. Curvas de capacidad múltiples requeridas para modelar la degradación de resistencia

Utilizando propiedades modales asociadas al modo fundamental de vibración es posible transformar la curva de capacidad la cual está en términos del cortante basal y desplazamiento en el techo a un nuevo formato *ADRS* (*Acceleration Displacement Response Spectra*) donde se representa la aceleración espectral ( $S_a$ ) respecto al desplazamiento espectral ( $S_d$ ) con el cual se obtiene el espectro de capacidad. En esta conversión cada punto ( $V_{base\ i}$ ,  $D_{roof\ i}$ ) de la curva de capacidad corresponde a un punto ( $S_{a\ i}$ ,  $S_{d\ i}$ ) del espectro de respuesta. Las ecuaciones necesarias para realizar esta transformación son las siguientes:

$$PF_1 = \frac{\left[ \sum_{i=1}^N (w_i \phi_{i1}) / g \right]}{\left[ \sum_{i=1}^N (w_i \phi_{i1}^2) / g \right]} \quad \alpha_1 = \frac{\left[ \sum_{i=1}^N (w_i \phi_{i1}) / g \right]^2}{\left[ \sum_{i=1}^N w_i / g \right] \left[ \sum_{i=1}^N (w_i \phi_{i1}^2) / g \right]}$$

$$S_a = \frac{V / W}{\alpha_1}$$

$$S_d = \frac{\Delta_{roof}}{PF_1 \phi_{roof,1}}$$

Donde:

$PF_1$  : Factor de participación modal para el primer modo natural.

$\alpha_1$  : Coeficiente de masa modal para el primer modo natural.

$w_i/g$  : Masa asignada al nivel  $i$ .

$F_{i1}$  : Amplitud del modo 1 al nivel  $i$ .

$N$  : Nivel  $N$ , nivel más alto en la porción principal de la estructura.

$W$  : Peso muerto de la estructura más las cargas vivas típicas.

$D_{roof}$  : Desplazamiento del techo ( $V$  y el  $D_{roof}$  delimitan los puntos de la curva de capacidad).

$S_a$  : Aceleración espectral.

$S_d$  : Desplazamiento espectral ( $S_a$  y el asociado  $S_d$  delimitan los puntos del espectro de capacidad).

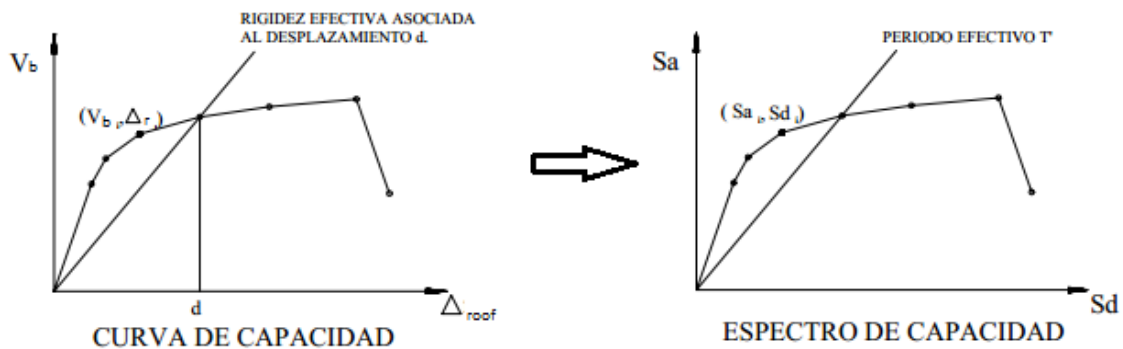


Figura 31. Conversión de la curva de capacidad al espectro de capacidad

Esta figura (figura 31) muestra que cada línea trazada desde el punto de origen hasta la curva tiene una pendiente  $(\omega')^2$  donde  $\omega'$  es la frecuencia circular asociada a la respuesta efectiva de la estructura cuando la misma es deformada hasta dicho desplazamiento espectral. De manera que el periodo efectivo de la estructura ( $T'$ ) asociado a dicho desplazamiento espectral puede determinarse como  $T'$  igual a  $2\pi/\omega'$ .

### 6.2.2. Espectro de demanda

Un sismo mediante el movimiento del terreno produce complejos patrones de desplazamiento horizontal en las estructuras que quizás varíen con el tiempo. Se entiende por demanda como la representación de dicho movimiento. La demanda sísmica inicialmente se caracteriza usando el espectro de respuesta elástico de aceleración típicamente definido para un amortiguamiento del 5%, el cual debe ser transformado a un formato ADRS (*Acceleration Displacement Response Spectra*) de aceleración espectral ( $S_a$  como una fracción de la aceleración de la gravedad  $g$ ) respecto del desplazamiento espectral ( $S_d$ ). Para hacer esta conversión, cada punto ( $S_{ai}$ ,  $T_i$ ) del espectro de respuesta ( $T_i$  es el periodo en segundos) corresponde a un punto ( $S_{di}$ ,  $S_{di}$ ) del espectro de demanda, mediante la siguiente formula:

$$S_{di} = \frac{T_i^2}{4\pi^2} S_{ai} \times g$$

Obteniendo así que el espectro de demanda es una representación gráfica de la aceleración máxima de respuesta respecto el correspondiente desplazamiento máximo para un periodo y nivel de amortiguamiento dado. Estos valores máximos se corresponden con los valores pseudoespectrales siempre que se trate de pequeños valores del amortiguamiento. Este espectro de respuesta elástico debe ser sucesivamente ajustado para un factor de amortiguamiento compatible con el nivel de deformaciones esperado (*Figura 32*).

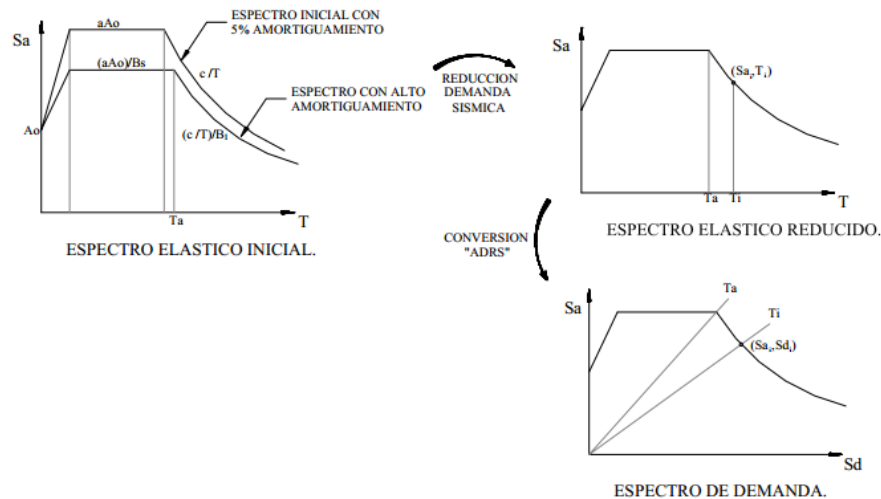


Figura 32. Conversión del espectro de respuesta al espectro de demanda

### 6.2.3. Espectro de Capacidad-Demanda

La intersección del espectro de capacidad y el espectro de demanda muestra el espectro de Capacidad-Demanda. Cuando el desplazamiento en la intersección del espectro de demanda y el espectro de capacidad " $d_i$ " este a un 5% ( $0.95 d_{pi} \leq d_i \leq 1.05 d_{pi}$ ) del desplazamiento del punto de desempeño prueba ( $a_{pi}, d_{pi}$ ),  $d_{pi}$  será el punto de desempeño. Si la intersección del espectro de demanda y el espectro de capacidad no se encuentra dentro de los límites aceptables de tolerancia entonces un nuevo punto ( $a_{pi}, d_{pi}$ ) es seleccionado y el proceso se repite (*ver figura 33*). El punto de desempeño representa el desplazamiento estructural máximo esperado para la demanda del movimiento del terreno provocado por el sismo.

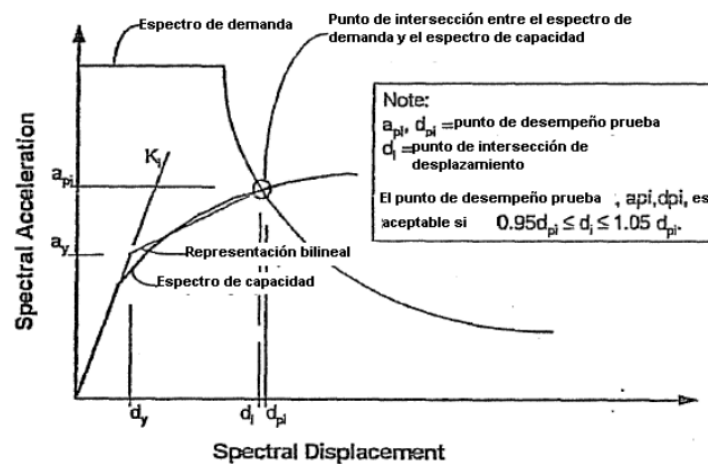


Figura 33. Espectro de Capacidad-Demanda (ATC-40)



## 7. ESTADOS DE DAÑO Y CURVAS DE FRAGILIDAD. RISK-UE

### 7.1. Introducción

El proyecto RISK-UE “Un método avanzado para la evaluación de escenarios de riesgo sísmico con aplicación a diferentes ciudades europeas (Mouroux et al., 2002)” tenía como propósito principal objetivo proponer métodos avanzados de análisis de riesgo sísmico que permitan incorporar las características de los edificios, del patrimonio cultural y de las sociedades urbanas típicas de Europa. *RISK-UE* desarrolla y aplica las mismas metodologías para la evaluación de los daños directos e indirectos de un escenario sísmico, y las consecuencias de estos posibles daños para aumentar la conciencia sísmica en las ciudades participantes. De esta manera, las ciudades pueden impulsar los planes de acción necesarios para reducir su riesgo sísmico (Mouroux et al., 2004).

Un total de 10 organizaciones científicas y técnicas y las ciudades de Barcelona, Catania, Bucarest, Niza, Sofía, Vitola y Tesalónica colaboraron en el proyecto *RISK-UE* para desarrollar y aplicar metodologías para evaluar la peligrosidad, la vulnerabilidad y el riesgo sísmico de las ciudades participantes. En el proyecto se establecieron metodologías para crear escenarios sísmicos centrándose en las características distintivas de las ciudades con respecto a la peligrosidad sísmica, los edificios normales, esenciales e históricos, líneas vitales y el funcionamiento de su sistema urbano. Así las metodologías desarrolladas fueron aplicadas a las ciudades para evaluar diferentes escenarios de daño.

La peligrosidad sísmica fue definida usando métodos probabilistas y deterministas, y se diseñó una matriz de tipologías estructurales para la ciudad. La vulnerabilidad de los edificios de vivienda y de los principales monumentos fue caracterizada para evaluar los daños correspondientes a diferentes escenarios de riesgo sísmico.

### 7.2. Estados de daño y curvas de fragilidad

La fragilidad de un edificio está relacionada con su vulnerabilidad sísmica y se puede cuantificar mediante curvas de fragilidad.

Las curvas de fragilidad se definen como la representación gráfica de la función de distribución acumulada, de la probabilidad de alcanzar o exceder un estado de daño límite específico, dada una respuesta estructural, ante una acción sísmica determinada (FEMA, 1999). Estas curvas se definen suponiendo que siguen una distribución de probabilidad tipo

lognormal. Esta hipótesis se ha verificado por simulaciones realizadas mediante el método de Monte Carlo. La hipótesis de una distribución de probabilidad lognormal, permite definir cada curva de fragilidad mediante dos parámetros: el valor medio y la desviación estándar. Así pues, las curvas de fragilidad se definen mediante la siguiente ecuación:

$$P[ED \geq ED_i] = \Phi \left[ \frac{1}{\beta_{ED}} \cdot \ln \left( \frac{S_d}{S_{d_{ED}}} \right) \right]$$

Donde:

$S_{d_{ED}}$  : Es el desplazamiento espectral medio para el cual la probabilidad de excedencia es del 50%.

$\beta_{ED}$  : Es la desviación estándar del logaritmo natural del desplazamiento espectral para el estado límite de daño, en otras palabras,  $\beta_{ED}$  es la variabilidad asociada al estado de daño,

$F$  : Es la función de distribución normal estándar acumulada.

$S_d$  : Es el desplazamiento espectral.

$E_D$  : Indica el estado de daño y viene definido como: 1 para el estado de daño leve, 2 para moderado, 3 para severo y 4 indica el estado de daño completo (justo antes de que se produzca el colapso).

*Tabla 10. Definición de los estados de daño*

(Fuente: RISK-UE, 2003)

Damage grade	Definition	Range of damage index
<b>0</b>	No damage	0
<b>1</b>	Slight damage	0-5
<b>2</b>	Moderate damage	5-20
<b>3</b>	Extensive damage	20-50
<b>4</b>	Very heavy damage and collapse	50-100

En la *tabla 10* se puede observar la definición de los estados de daño según el proyecto *RISK-UE* donde tienen cuatro grados de estados de daño más uno que es el daño nulo o no daño. El grado cero le corresponde a no daños; donde se considera que la estructura no ha sufrido ningún tipo de daño. El *grado 1* o daño leve donde se considera de un 0 a un 5% de daño. El *grado 2* o daño moderado donde se considera de un 5 a un 20 % de daño. El *grado*

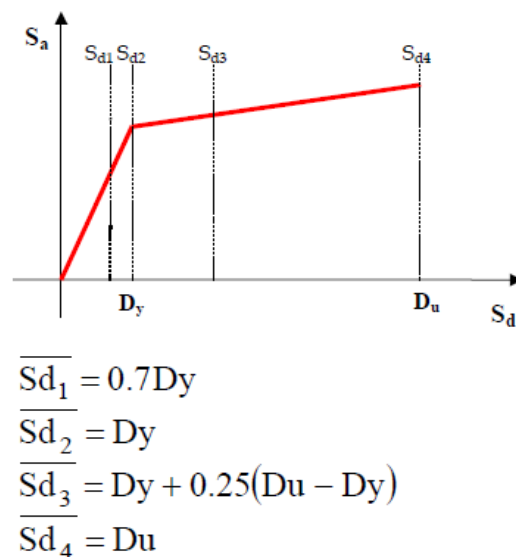


3 o daño grave donde se considera de un 20 a un 50% de daño y por último el *grado 4* o daño completo (justo antes del colapso) donde se considera de un 50 a un 100% de daño en la estructura.

El daño esperado en un edificio depende de su capacidad y de su fragilidad, sin ser conceptos independientes se hallan íntimamente relacionados entre sí. Existen diferentes formas para cuantificar el daño de una estructura sometida a un evento sísmico. En este caso se define un método simplificado que permite estimar los valores umbrales del desplazamiento espectral, correspondiente a los umbrales de los estados de daño (valores medios), a partir de la representación bilineal de los espectros de capacidad.

En estos umbrales de daño, los valores de  $\beta_{ED}$  han sido calculados para construir las curvas de fragilidad. La desviación estándar  $\beta_{ED}$  se determina a partir de un ajuste por mínimos cuadrados de la distribución lognormal de la ecuación (ecuación anterior) que define las curvas de fragilidad (Moreno, 2006).

La definición de estos umbrales de daño se muestra en la siguiente figura (*figura 34*), la cual es definida en el proyecto *RISK-UE*.



*Figura 34. Definición de los umbrales de daño (Fuente: RISK-UE, 2003)*

Donde:

$S_{d1}$  : Es el estado de daño leve; definido antes de alcanzar el punto de desplazamiento de cedencia.

$S_{d2}$  : Es el estado de daño moderado; definido justo en el desplazamiento de cedencia.

$S_{d3}$  : Es el daño severo; definido después del punto de cedencia pero no más allá de este, es decir; aproximadamente  $1.20 \cdot D_y$ .

$S_{d4}$  : Es el daño completo; definido en el punto de la última capacidad. Este punto por lo general se considera a un 80% del cortante máximo.

De esta manera cada curva de fragilidad puede ser definida por un valor medio del parámetro de demanda, en este caso por el desplazamiento espectral medio correspondiente al umbral de un estado de daño y por la variabilidad asociada con este estado de daño.

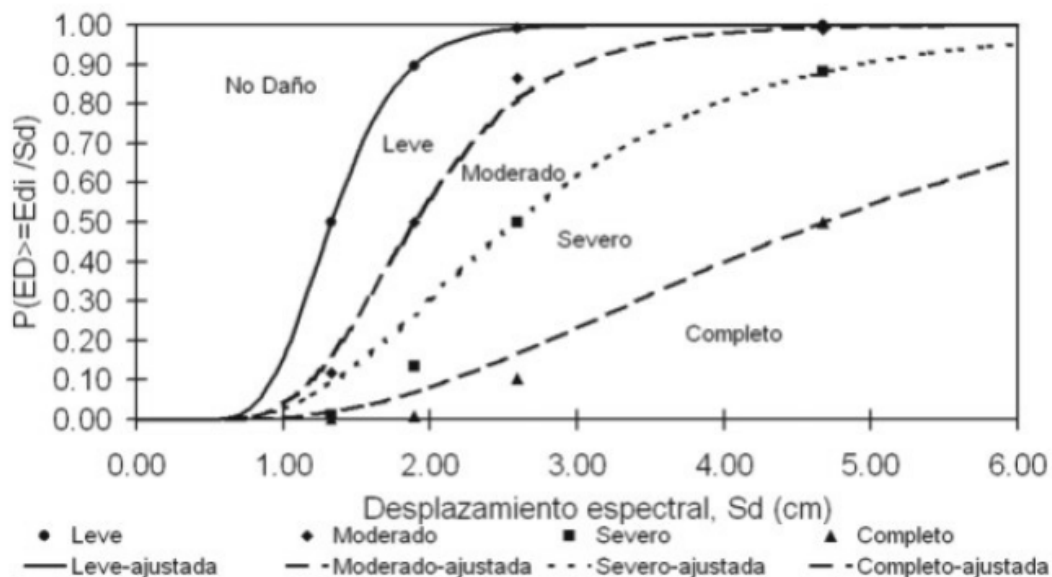


Figura 35. Ejemplo de curva de fragilidad

En la figura 35 se puede observar un ejemplo de la curva de fragilidad de una estructura donde se ve claramente que a medida que va aumentando el desplazamiento espectral; va aumentando las probabilidades de estados de daño mayores. Al igual que los umbrales de daño, la estimación de las desviaciones  $\theta_{ED}$ , no es un problema trivial. En realidad, la determinación completa de las curvas de fragilidad, para una tipología dada, requeriría datos de daño para los diferentes desplazamientos espectrales comprendidos entre aquél para el que no se produce daño, hasta aquél para el cual la probabilidad de colapso es igual a la unidad. En los valores intermedios es preciso conocer cómo se distribuyen las probabilidades de excedencia de cada estado de daño considerado.

## 8. DEMANDA SISMICA

La demanda sísmica utilizada en este trabajo fue la considerada como espectros de respuestas deterministas con efectos de suelos para la ciudad de Barcelona por el documento “*Evaluación de la peligrosidad sísmica de la ciudad de Barcelona en términos de aceleración espectral*” (J. Irizarry, X. Goula y T. Susagna, 2003). El objetivo de ese documento fue la de determinar la peligrosidad sísmica de la ciudad de Barcelona en términos de aceleración espectral por medio de métodos probabilistas y deterministas incluyendo los efectos del suelo. Obteniendo así espectros de aceleración y mapas de aceleración espectral para diversos periodos estructurales que permiten realizar una evaluación del riesgo sísmico de la ciudad.

Este documento basa la peligrosidad sísmica determinista del suelo en torno al sismo del 1448 en la región de Cardedeu con un epicentro a 25 km al norte del centro de la ciudad, una intensidad epicentral de *VIII grados* en la escala *MSK*; el cual es considerado como un sismo con efectos moderados y cercano a la ciudad. El otro sismo en el cual se basa es en el ocurrido en 1428 en la región de Girona; este de intensidad *IX grados* en la escala *MSK* ocurrió a una distancia epicentral de 90 km al norte de Barcelona. Este se incluye en el escenario determinista por presentar los efectos de un evento de alta intensidad a una distancia considerable de la ciudad; pudiendo presentar gran influencia en los periodos largos del espectro de respuesta de aceleración. Las magnitudes asignadas a estos eventos se pueden observar *figura 36* y fueron calculadas usando las relaciones magnitud-intensidad para Cataluña y la relación *MS- $m_b$*  de Dufumier (2002). Su magnitud *MS* junto a su distancia epicentral fueron incorporadas en la relación de atenuación de Ambraseys et al. (1996) (suelo rocoso) para obtener los espectros de respuesta de aceleración de la *Figura 36*.

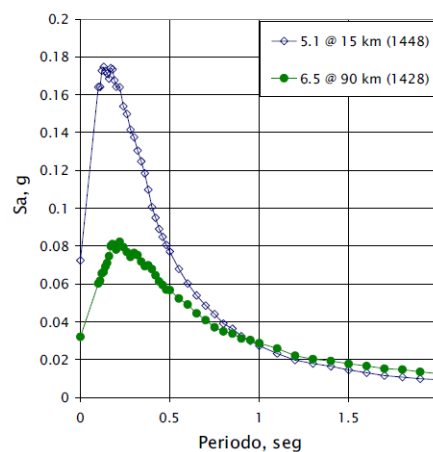
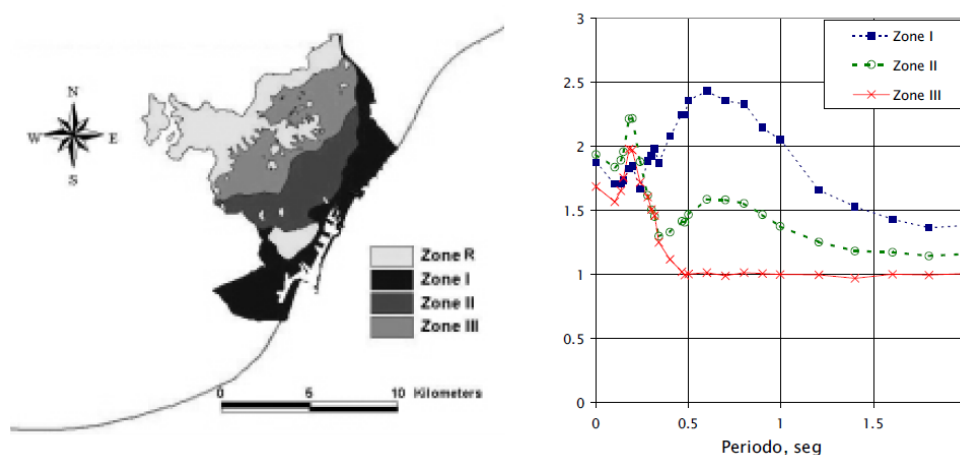


Figura 36. *Sa* en Barcelona debido a los sismos de 1448 y 1428 (Fuente: J. Irizarry 2003)

Como se puede observar el sismo del 1,428 domina el espectro para los periodos largos. La envolvente de ambos espectros se considera como el espectro determinista representativo para la ciudad de Barcelona dado que se ha calculado con las distancias mínimas entre la ciudad y los epicentros de los sismos más importantes ocurridos históricamente en la región. La *figura 37* muestra la incertidumbre del espectro de aceleración determinista debido a la desviación estándar de la relación de atenuación de Ambraseys et al., (1996). La aceleración máxima del terreno obtenida en este escenario determinista corresponde a una aceleración de  $0.07g$ . Según la relación entre el PGA y la intensidad presentada en la Norma Española, NCSR-02 (2002), la intensidad de VI-VII grados determinada por Secanell (1999) para la ciudad de Barcelona corresponde a una aceleración pico del suelo de  $0.06g$ . Por lo que se puede observar una buena correspondencia entre los niveles de aceleración máxima del terreno obtenido en ambos casos.

La siguiente figura (*figura 37*) muestra la zonificación sísmica para la ciudad de Barcelona que fue desarrollada por Cid. El al. (2001); así como también los factores de amplificación espectral obtenidos para las tres zonas de suelo.

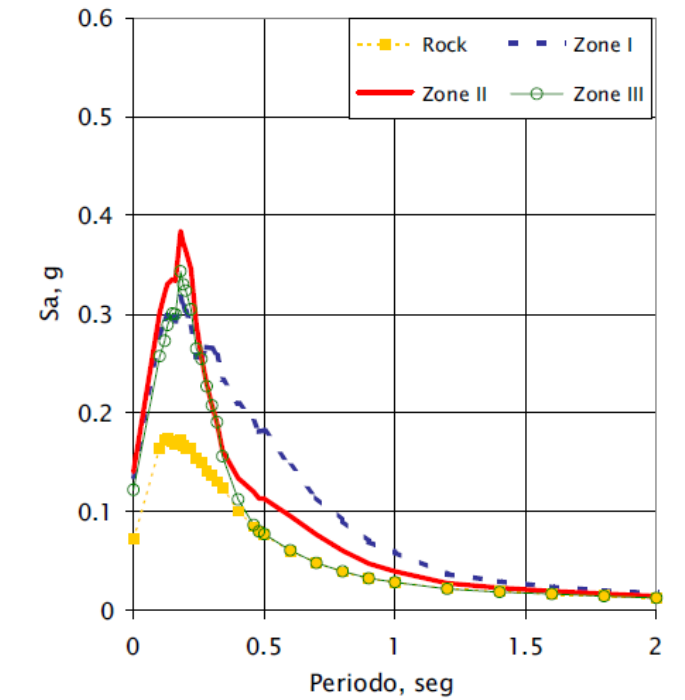


*Figura 37. A la izquierda se muestra la zonificación sísmica de Barcelona teniendo en cuenta los efectos del suelo y a la derecha los factores de amplificación espectral obtenidos para las 3 zonas de suelo desarrollados por Cid et al (2001) (Fuente: J. Irizarry 2003)*

El suelo *tipo I* está formado por capas superficiales de materiales aluviales del Holoceno, mientras que el suelo *tipo II* consta de materiales superficiales del pleistoceno. El suelo *tipo III* se representa por cada de materiales del cuaternario sobre una capa de materiales del pleistoceno. La zona R o roca de referencia se caracteriza por una función de transferencia plana.

Para obtener los espectros de respuesta recomendados para cada una de las zonas de los suelos de Barcelona; fueron aplicados los factores de amplificación obtenidos al espectro

de respuesta de aceleración para suelo medio probabilista así como el determinista. La *figura 38* muestra los valores del *PGA (g)* en términos de la aceleración de la gravedad esperados en Barcelona según el método determinista.



*Figura 38. Espectros de respuesta deterministas para la ciudad de Barcelona (Fuente: J. Irizarry 2003)*

La demanda considerada para este proyecto se ha determinado entonces mediante la zonificación sísmica de Barcelona, donde el edificio K2M se encontraría en la zona II de este mapa, utilizando así el espectro de respuesta determinista definido en la *figura 38* para dicha zona.



## 9. RESULTADOS

### 9.1. Análisis modal

El análisis modal del edificio K2M fue realizado mediante el programa ETABS 2013 y en la *tabla 11* y *tabla 12* se muestran los tres primeros modos de vibración y el coeficiente de participación de masa para cada modo en cada dirección del edificio modelado con muros y del edificio modelado sin muros.

*Tabla 11. Modos de vibración y coeficientes de participación de masa del edificio K2M con muros*

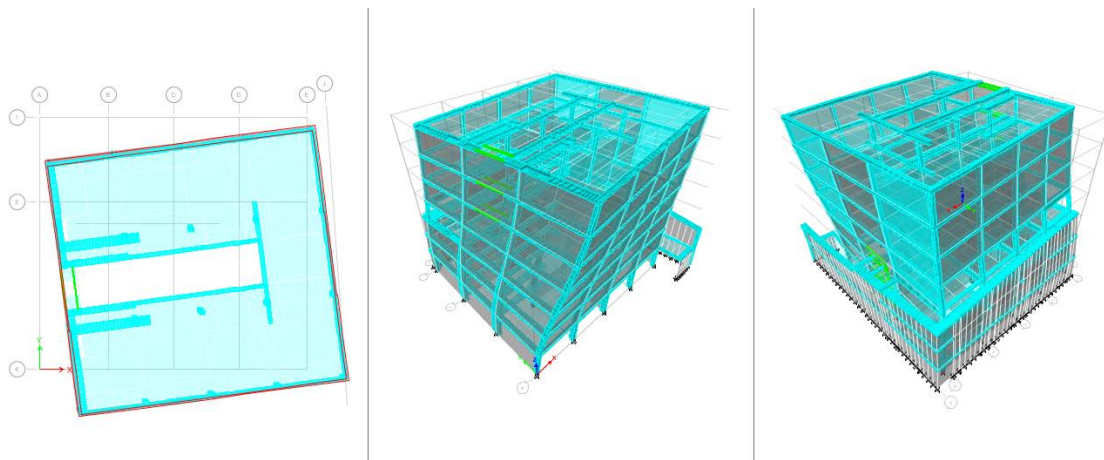
EDIFICIO K2M CON MUROS			
Modo de vibración	Periodo (s)	Coeficiente de participación de masa (%)	
		Dir. X	Dir. Y
1 <sup>er</sup> Modo	0.76	22.33	29.60
2 <sup>do</sup> Modo	0.62	27.89	18.56
3 <sup>er</sup> Modo	0.53	1.82	5.16

*Tabla 12. Modos de vibración y coeficientes de participación de masa del edificio K2M sin muros*

EDIFICIO K2M SIN MUROS			
Modo de vibración	Periodo (s)	Coeficiente de participación de masa (%)	
		Dir. X	Dir. Y
1 <sup>er</sup> Modo	1.03	17.37	26.82
2 <sup>do</sup> Modo	0.94	6.27	22.70
3 <sup>er</sup> Modo	0.83	25.24	0.87

Como muestra la *tabla 11* y la *tabla 12* en sus coeficientes de participación de masa; todos los modos de vibración son fundamentalmente rotacionales. En las *figuras 39, 40, 41, 42, 43, 44* se muestran los tres primeros modos de vibración del edificio con muros y del edificio sin muros en las cuales se puede observar el modo rotacional. En cada una de estas figuras se muestran tres vistas diferentes (Una vista en planta desde el último nivel y dos vistas en 3D desde dos extremos) para el mismo modelo y mismo modo de vibración con el fin de poder visualizar con más detalle cada modo. Los periodos correspondientes al edificio con muros son inferiores a aquellos correspondientes al edificio sin muros. Esto es debido a la contribución de la rigidez de los muros a la matriz de rigidez

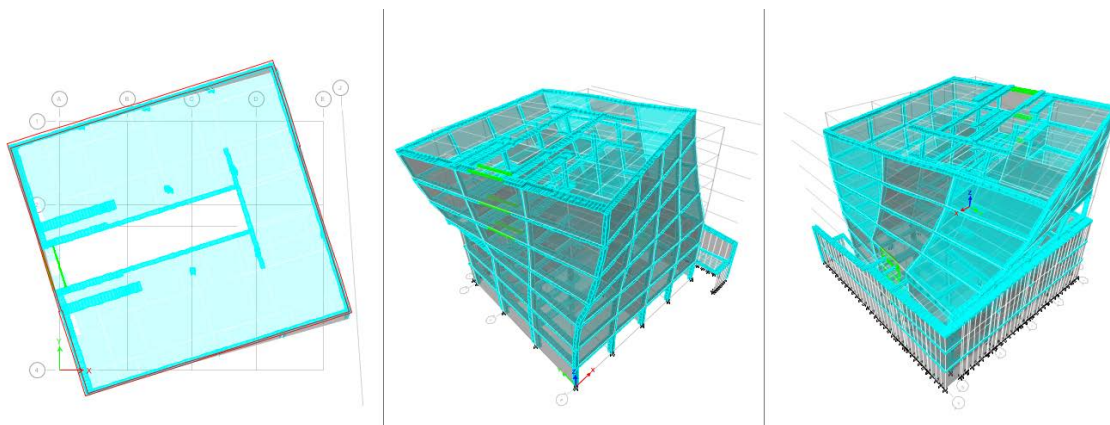
global del edificio. Con esto tenemos una mayor rigidez global en el edificio con muros, que se traduce en periodos modales menores.



*Figura 39. Tres vistas diferentes del 1<sup>er</sup> modo de vibración del edificio con muros*



*Figura 40. Tres vistas diferentes del 2<sup>do</sup> modo de vibración del edificio con muros*



*Figura 41. Tres vistas diferentes del 3<sup>er</sup> modo de vibración del edificio con muros*





Figura 42. Tres vistas diferentes del 1<sup>er</sup> modo de vibración del edificio sin muros

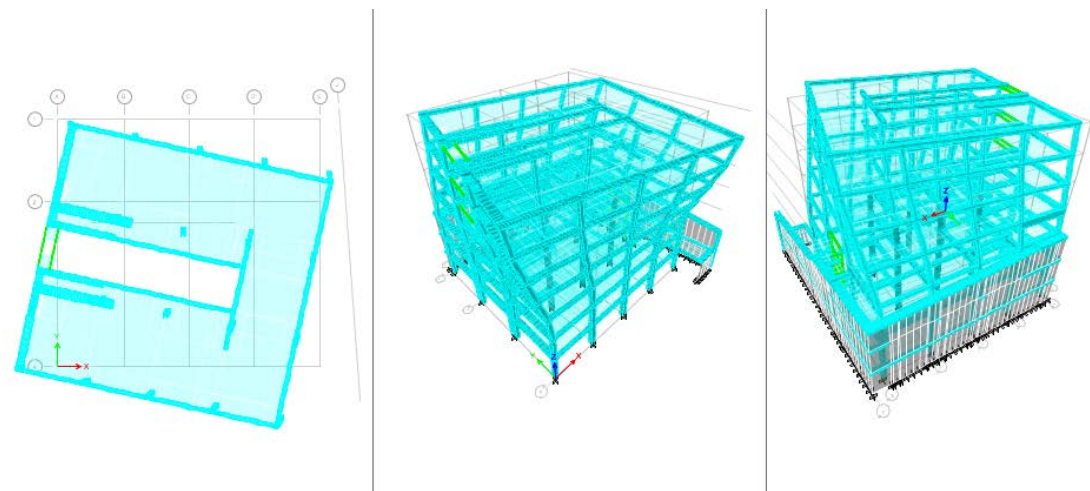


Figura 43. Tres vistas diferentes del 2<sup>do</sup> modo de vibración del edificio sin muros



Figura 44. Tres vistas diferentes del 3<sup>er</sup> modo de vibración del edificio sin muros

## 9.2. Análisis estático no lineal. PUSHOVER

Al igual que el análisis modal, las curvas *pushover* fueron calculadas utilizando la herramienta ETABS 2013. A pesar de que el análisis *pushover* por lo general se realiza con los modos principales del edificio; debido a que para los modelos (con muros y sin muros) del edificio en estudio los modos principales son rotacionales (*ver tabla 11 y tabla 12*); es por lo que el análisis se hace considerando un patrón de cargas triangulares a cada una de sus direcciones correspondientes ( $\pm X$ ,  $\pm Y$ ) con el objetivo de poder visualizar la capacidad del edificio en cada una ellas.

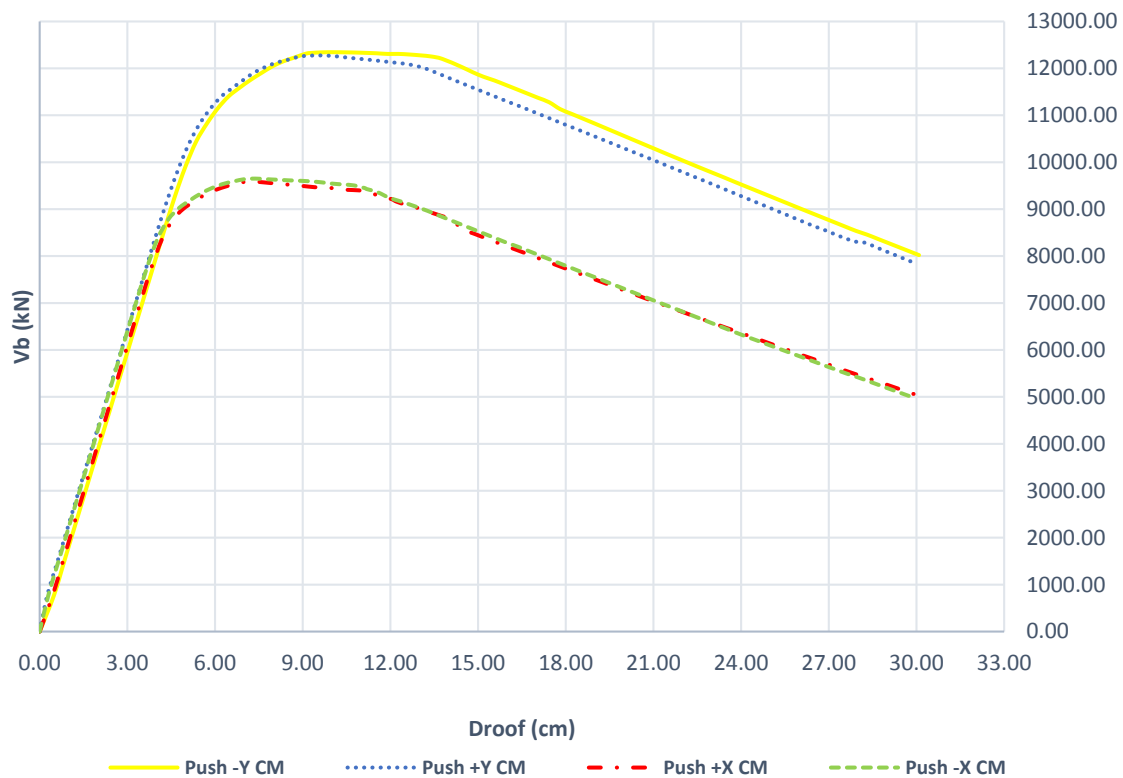


Figura 45. Curva de capacidad o curva pushover del edificio K2M con muros

Esta figura (*figura 45*) se observa que los análisis en la *dirección*  $\pm X$  prácticamente coinciden y se puede observar que lo mismo sucede en la *dirección*  $\pm Y$ . Comparando ambas direcciones se observa que las curvas son similares, que comparten el tramo elástico lineal y la tasa de degradación de la resistencia en su tramo final, sin embargo el cortante máximo basal no coincide debido a la diferente distribución de pórticos en cada dirección.

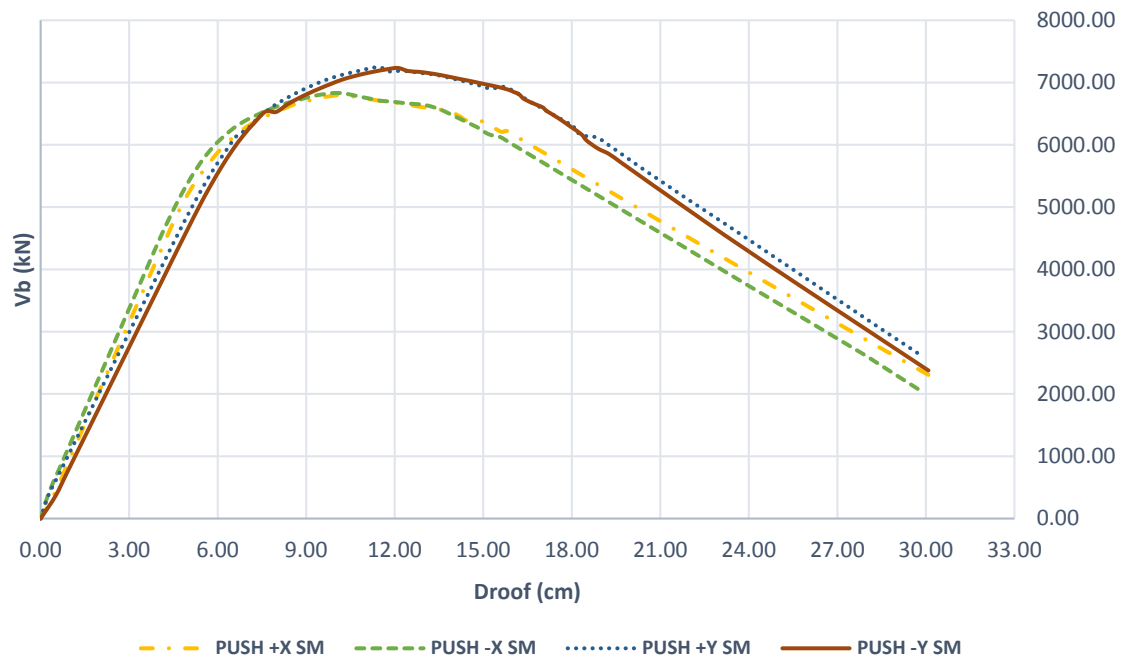


Figura 46. Curva de capacidad o curva pushover del edificio K2M sin muros

En la figura 46 observamos las mismas pautas que se comentaron en la figura 45.

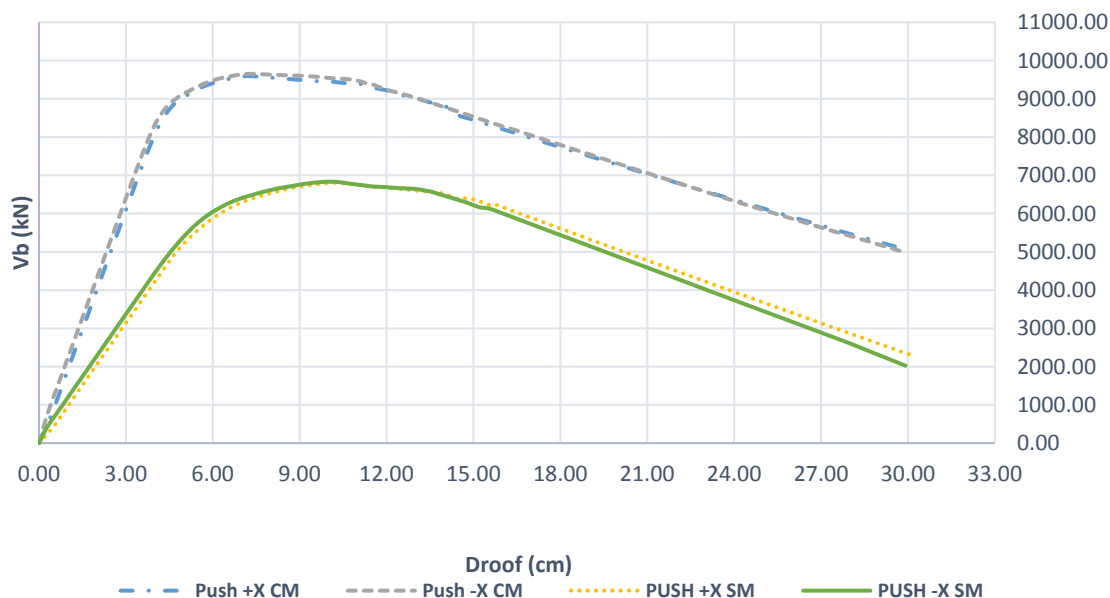


Figura 47. Curvas de capacidad o curvas pushover del edificio K2M en la dirección  $\pm X$  con muros y sin muros

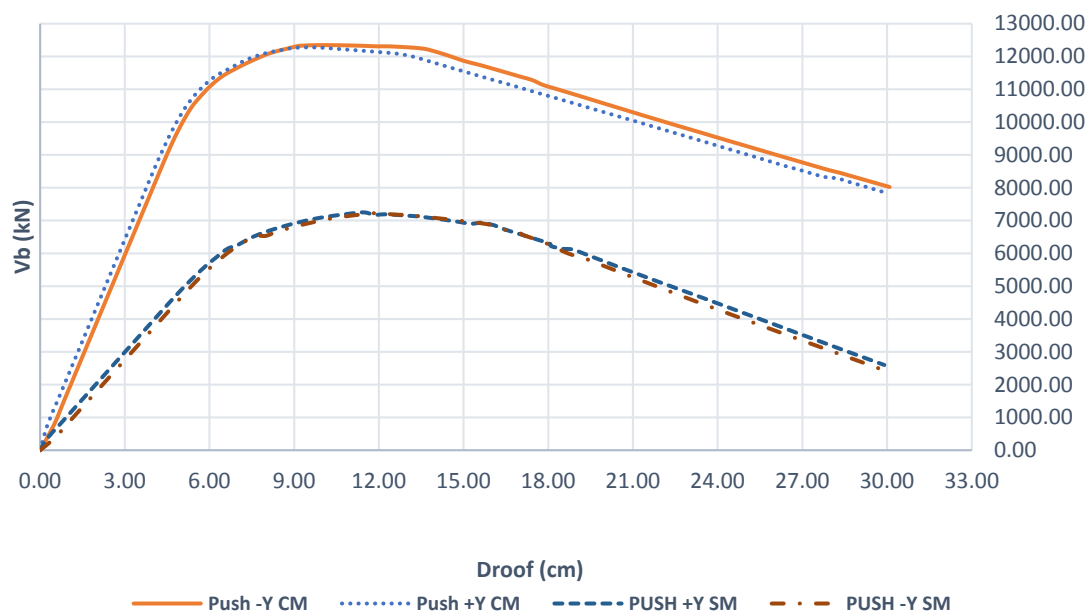


Figura 48. Curvas de capacidad o curvas pushover del edificio K2M en la dirección  $\pm Y$  con muros y sin muros

Como puede observarse en las dos figuras anteriores (*figura 47* y *figura 48*), el edificio con muros muestra una rigidez superior en el tramo elástico y es debido a la contribución de los muros a la rigidez global. También los muros contribuyen a alcanzar un mayor valor máximo del cortante basal. Para el edificio con muros, la tasa de degradación de la resistencia en el tramo no lineal es menor que para el edificio sin muros.

### 9.3. Espectro de Capacidad-Demanda. ATC-40

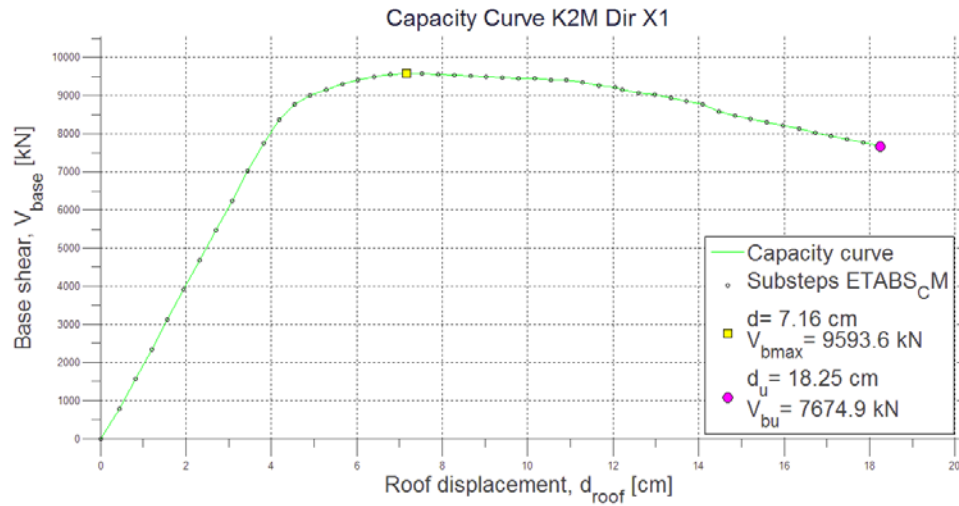


Figura 49. Curva de capacidad. Edificio K2M con muros; dirección +X

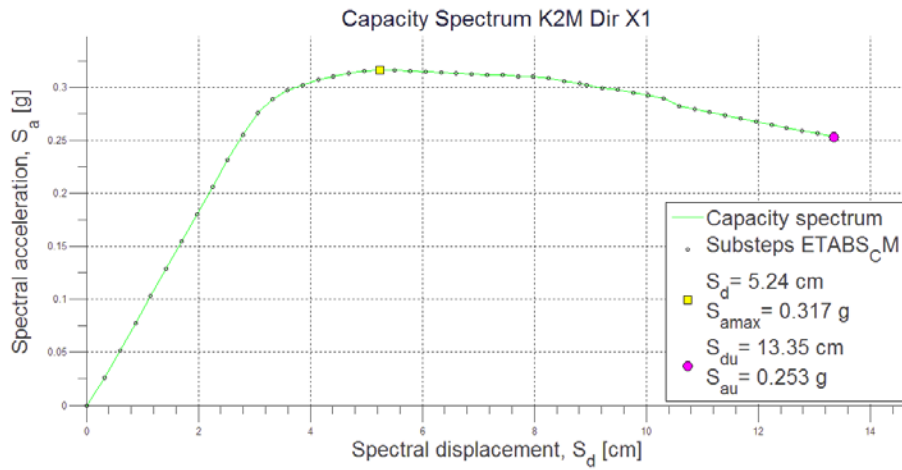


Figura 50. Curva de capacidad en formato espectral. Edificio K2M con muros; direccion +X

En la figura 49 se muestra la curva de capacidad del edificio con muros para la dirección +X y la figura 50 muestra su equivalente en función de la aceleración espectral ( $S_a$ ) y desplazamiento espectral ( $S_d$ ). Siguiendo el procedimiento descrito en el apartado 6.2.1. se expresa esta curva en formato espectral, siguiendo las transformaciones descritas en el mismo.

A continuación y con objeto de no ser excesivamente exhaustivos se describen los pasos seguidos hasta obtener el índice de daño ( $DI$ ); para el caso del edificio con muros analizado en la dirección +X y bajo una acción sísmica con un  $PGA = 0.30g$ . los resultados

correspondientes a todos los casos (edificio con muros y sin muros, para las direcciones  $\pm X$ ,  $\pm Y$ , así como para todos los valores del  $PGA$ ) se recogen al final de este apartado en forma de tablas y gráficos.

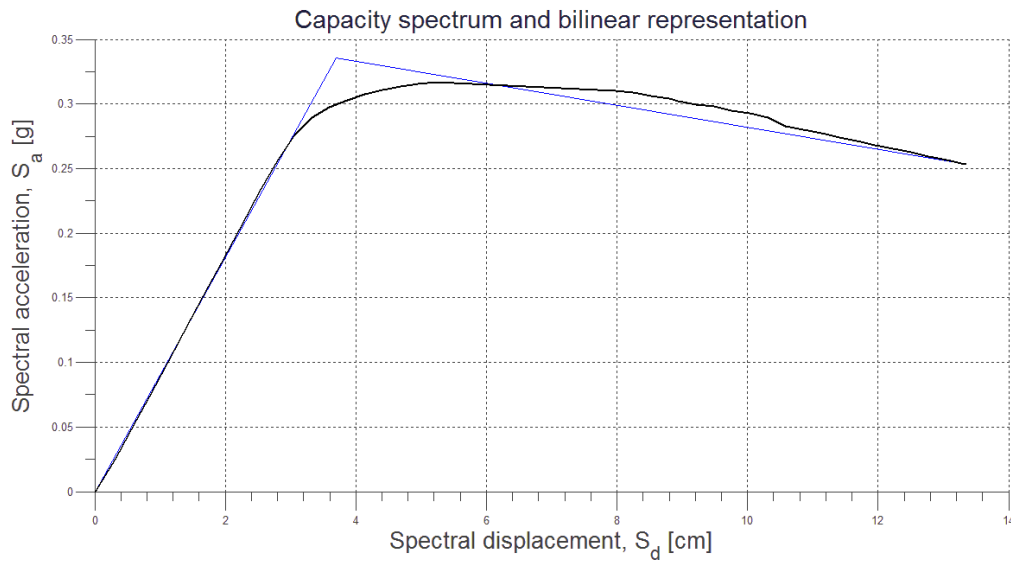


Figura 51. Curva bilineal equivalente en formato espectral. Edificio K2M con muros; dirección +X

La figura 51 muestra la curva de capacidad en formato espectral y su bilineal equivalente.

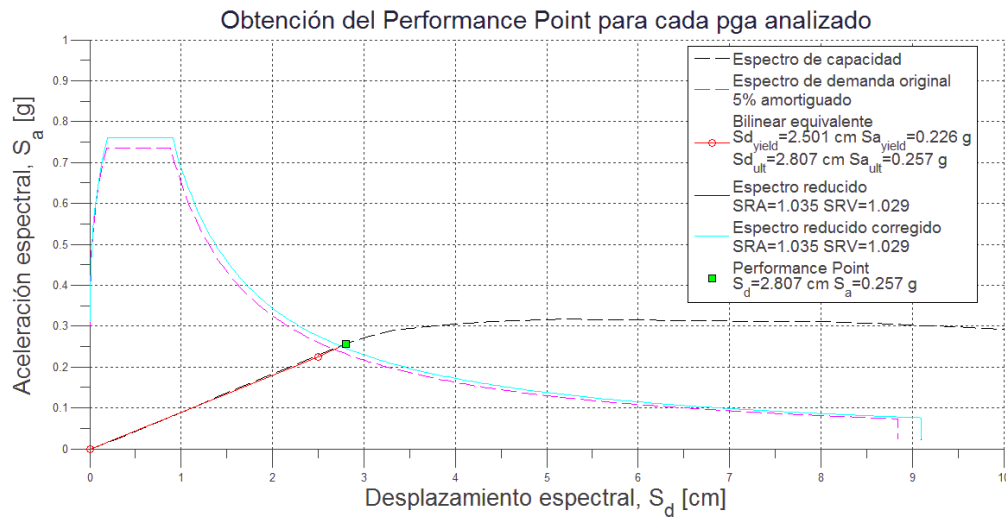


Figura 52. Cálculo del punto de desempeño (Performance point). Edificio K2M con muros; dirección +X;  $PGA = 0.30g$

En la figura 52 se muestra la posición del punto de desempeño (performance point) obtenido siguiendo el procedimiento descrito en el apartado 6.2.3.

#### 9.4. Curvas de fragilidad e índices de daño. RISK-UE

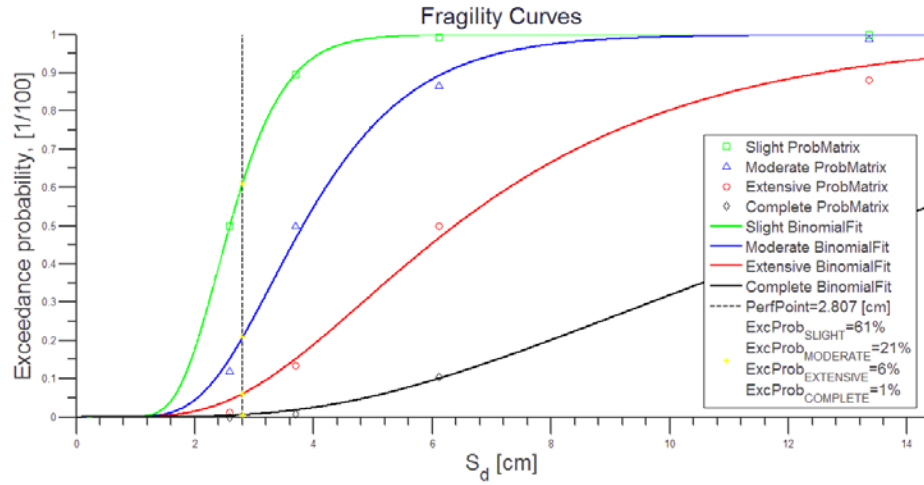


Figura 53. Curvas de fragilidad y punto de desempeño para  $PGA = 0.30$  g. Edificio K2M con muros; dirección +X

Siguiendo la metodología descrita en el proyecto RISK-UE (2004) se construyen las curvas de fragilidad y sobre las mismas se sitúa el punto de desempeño (*performance point*) como se puede observar en la figura 53.

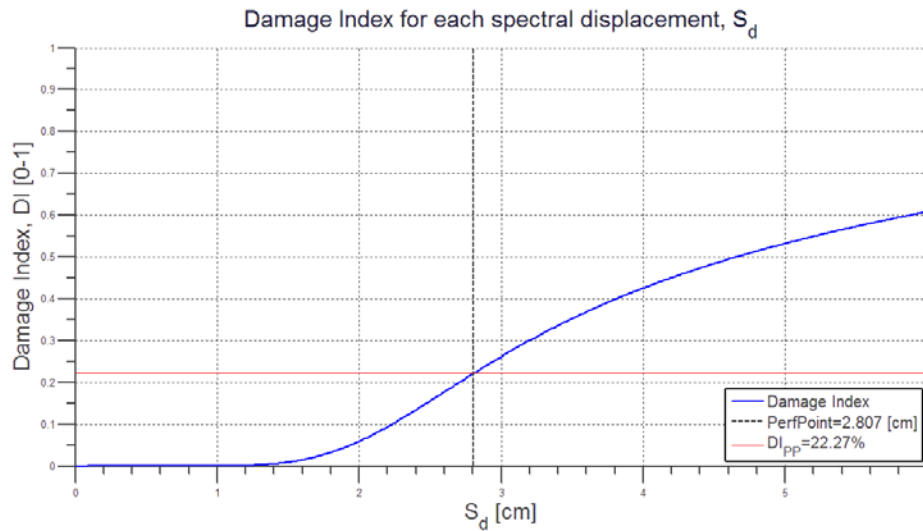


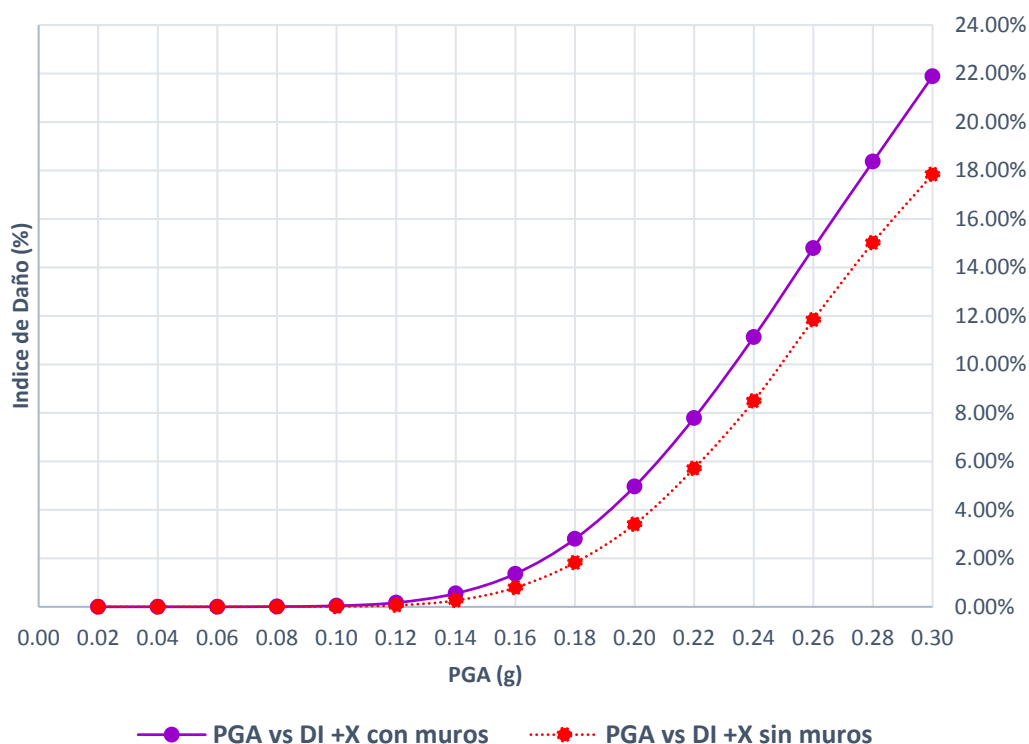
Figura 54. Curva de índice de daño en función del desplazamiento espectral correspondiente a los puntos de desempeño calculados para cada PGA. Edificio K2M con muros; dirección +X

En la figura 54 se muestra el valor del índice de daño correspondiente al modelo analizado (edificio con muros, Dirección +X) ante la demanda de un sismo con  $PGA = 0.30$  g.

Si mantenemos el mismo modelo del edificio y la misma dirección, y repetimos el análisis para todos los valores de *PGA* incluidos en el rango utilizado en este estudio (de 0 a 0.30 g; con un intervalo de 0.02 g), podemos evaluar el índice de daño para cada uno de los puntos de desempeño así calculados. De este modo se puede interpolar la curva que representa el índice de daño de este edificio para cualquier punto de desempeño (curva azul en la *figura 54*).

Finalmente es posible expresar la curva de índice de daño en términos del *PGA* en lugar de expresarla en función del punto de desempeño. Esto se consigue asociando el índice de daño calculado para cada punto de desempeño al valor del *PGA* para el cual este fue obtenido.

Siguiendo este procedimiento, se obtienen las curvas del índice de daño en función al valor del *PGA*, que se muestran en las *figuras 55, 56, 57 y 58*. Estas recogen el análisis de la vulnerabilidad del edificio estudiado para todos los casos objetos de este estudio. Esto incluye los análisis del edificio con muros y del edificio sin muros para las direcciones  $\pm X$ ,  $\pm Y$ .



*Figura 55. Curvas de índice de daño en función del PGA. Edificio K2M con muros y sin muros; dirección +X*



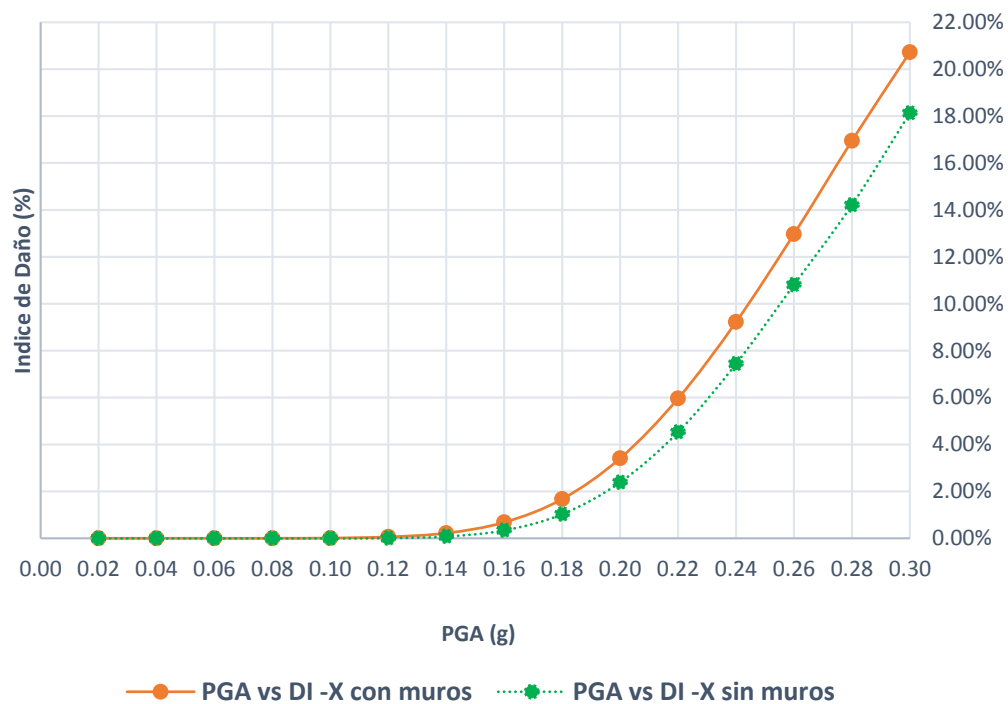


Figura 56. Curvas de índice de daño en función del PGA. Edificio K2M con muros y sin muros; dirección -X

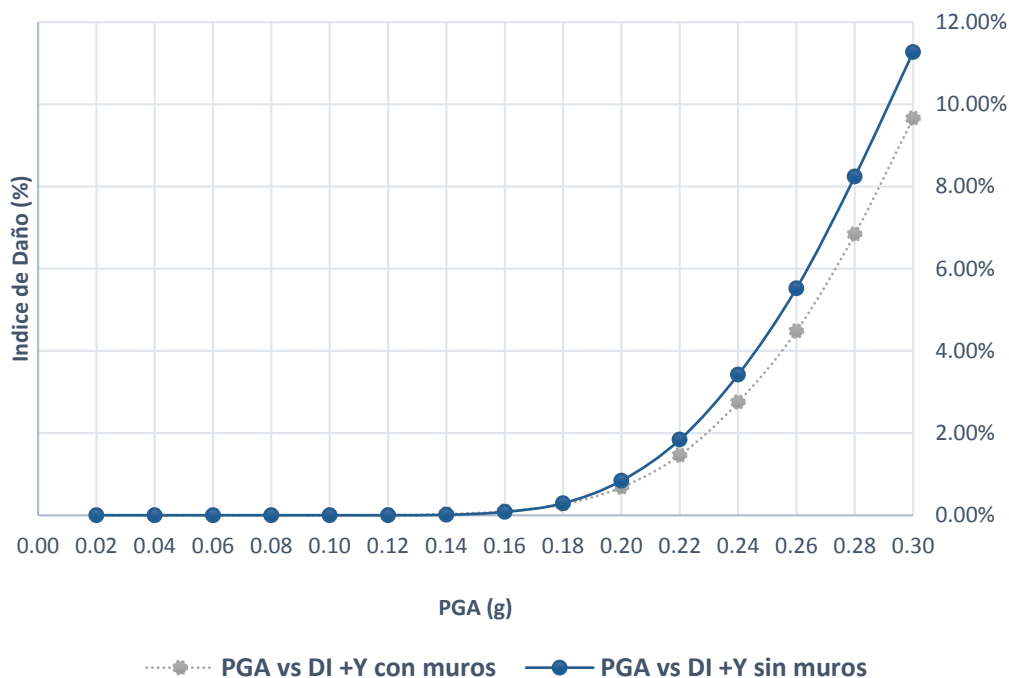


Figura 57. Curvas de índice de daño en función del PGA. Edificio K2M con muros y sin muros; dirección +Y

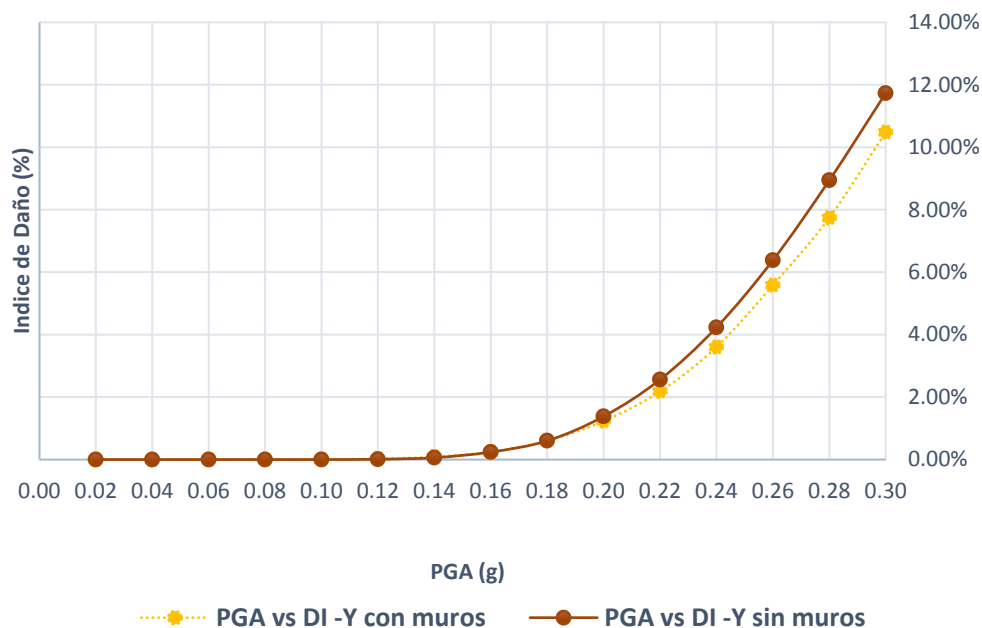


Figura 58. Curvas de índice de daño en función del PGA. Edificio K2M con muros y sin muros; dirección -Y

La *tabla 13* recoge los valores del índice de daño para el edificio K2M, para las direcciones  $\pm X$ ,  $\pm Y$ , y para todos los valores del PGA comprendidos en el rango de (0 – 0.30 g). Los resultados se han organizado en dos columnas que corresponden al edificio con muros y al edificio sin muros respectivamente.

Tabla 13. Índice de daño en función del PGA. Edificio K2M con muros y sin muros

PGA (g)	Índice de daño. Edificio K2M con muros (%)				Índice de daño. Edificio K2M sin muros (%)			
	+X	-X	+Y	-Y	+X	-X	+Y	-Y
0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
0.02	0	0	0	0	0	0	0	0
0.04	0	0	0	0	0	0	0	0
0.06	0	0	0	0	0	0	0	0
0.08	0.01	0	0	0	0	0	0	0
0.10	0.04	0.01	0	0.01	0.01	0	0	0
0.12	0.17	0.06	0.01	0.03	0.06	0.01	0	0.01
0.14	0.55	0.22	0.03	0.09	0.26	0.08	0.01	0.06
0.16	1.36	0.68	0.1	0.25	0.79	0.34	0.08	0.24
0.18	2.8	1.67	0.27	0.6	1.82	1.03	0.29	0.6
0.20	4.96	3.41	0.68	1.23	3.4	2.39	0.84	1.38
0.22	7.79	5.96	1.46	2.18	5.71	4.53	1.84	2.56
0.24	11.13	9.22	2.75	3.6	8.49	7.44	3.42	4.23
0.26	14.8	12.97	4.48	5.58	11.84	10.81	5.52	6.38
0.28	18.37	16.95	6.84	7.74	15.02	14.21	8.24	8.94
0.30	21.89	20.72	9.66	10.48	17.84	18.13	11.27	11.73

## 10. CONCLUSIONES

El análisis modal del edificio muestra unos modos que distribuyen una participación de masa de forma similar en la dirección X y en la dirección Y. porcentualmente, estas participaciones de masa son relativamente bajas (inferiores al 30%). El postprocesado grafico confirma que se trata de modos fundamentalmente rotacionales.

Los periodos correspondientes a los tres primeros modos del edificio K2M con muros son inferiores a sus homónimos del edificio K2M sin muros. Esto es debido a que los muros contribuyen a un incremento de la rigidez global del edificio, aportando cada muro su rigidez específica al conjunto.

La posibilidad de modelar el edificio en 3D permite identificar estos modos torsionales. En estudios anteriores se realiza una aproximación bidimensional al estudio del edificio analizando pórticos aislados en cada una de las direcciones por separado. En estos análisis se subestima el efecto torsional. Esto es particularmente delicado en el caso de edificios que tengan una cierta irregularidad en planta.

Respecto a los análisis pushover se decidió realizar el análisis en los dos sentidos de cada dirección analizada ( $\pm X$ ,  $\pm Y$ ) con objeto de captar diferencias que dependieran de la orientación del pushover en una dirección dada. Para todos los análisis efectuados en los dos edificios K2M (con muros y sin muros) se observa que no existen diferencias significativas en los resultados relativos a la dirección escogida.

Las curvas de capacidad del edificio K2M con muros, muestran una mayor resistencia en la dirección Y. en esta dirección el cortante basal máximo es aproximadamente un 25% más elevado que el máximo en la dirección X. para ambas direcciones se tiene la misma rigidez en el tramo elástico. También para ambas direcciones se tiene la misma tasa de degradación de la resistencia en el tramo no lineal. Por tanto salvo por la consideración sobre el máximo cortante basal ambas curvas son muy parecidas.

En las curvas de capacidad del edificio K2M sin muros no se observa exactamente el mismo patrón descrito para el edificio con muros. En el edificio sin muros, en el tramo elástico, las curvas de capacidad para la dirección X son más rígidas que para la dirección Y. En la dirección Y tenemos un cortante basal máximo levemente mayor (aproximadamente 7%) que para la dirección X. La tasa de degradación de resistencia en el tramo no lineal de la curva de capacidad, es levemente más acentuada en la dirección Y que en la dirección X. Estas diferencias pueden explicarse teniendo en cuenta que las luces de los pórticos son diferentes en cada dirección.

La comparación de las curvas de capacidad del edificio K2M con muros y sin muros en la dirección  $X$ , permite los siguientes comentarios. El edificio con muros es claramente más rígido que el edificio sin muros. Así lo refleja la diferencia de pendientes del tramo elástico entre ambas curvas de capacidad. El máximo cortante basal es un 30 % mayor en el edificio con muros. En el tramo no lineal tenemos una tasa de degradación de la resistencia levemente mayor asociada al edificio sin muros. El patrón descrito para la dirección  $X$  se reproduce prácticamente del mismo modo para la dirección  $Y$ . la comparación de ambas familias de curvas así lo confirman.

Se han calculado las curvas del índice de daño en función de los PGA para ambos edificios analizados en las dos dirección ( $\pm X$ ,  $\pm Y$ ) y para el rango de PGA ( $0 - 0.30 g$ ). Los resultados para la dirección  $X$  indican que al incrementar el PGA el índice de daño para el edificio con muros es mayor que para el edificio sin muros. En ambos casos (edificio con muros y edificio sin muros) se tienen valores del índice daño no nulos a partir de un valor del  $PGA = 0.10 g$ .

El análisis de las curvas de daño para la dirección  $Y$  reflejan que la presencia de muros nos da índices de daño levemente inferiores. En la dirección  $X$  teníamos la tendencia contraria. Una posible explicación es que, 3 de los 5 pórticos en la dirección  $Y$  no tienen continuidad debido a la presencia de un amplio hueco interior presente en los 4 niveles superiores del edificio. En cambio, en la dirección  $X$  se tienen 4 pórticos continuos, a los que no afecta prácticamente la presencia de este hueco.

Para ambos casos (edificio con muros y edificio sin muros) los valores de los índices de daño asociados a la dirección  $Y$  son claramente inferiores (aproximadamente 50%) a aquellos obtenidos para la dirección  $X$ . en este caso pensamos que la presencia del amplio hueco interior puede ser la causa de la diferencia indicada.

La planta del edificio es rectangular y las luces de los pórticos son mayores en la dirección corta de la planta (*dirección  $Y$* ). Así mismo tenemos muros de mayor sección en la dirección  $Y$ , aunque la mayor densidad de muros está en la dirección  $X$ . globalmente tendríamos una mayor rigidez en la dirección  $X$ , que podría explicar parte de estos resultados. No obstante la gran diferencia de resultados obtenidos para la dirección  $X$  respecto de los obtenidos para la dirección  $Y$  pueden ser debidos a la presencia del gran hueco interior que afecta a las plantas superiores. Este hueco interrumpe más de la mitad de los pórticos en la dirección  $Y$ .

Las curvas de índice de daño indican que la dirección  $X$  es la más vulnerable. Además, para esta dirección la presencia de muros incrementa la vulnerabilidad respecto de un edificio sin muros.

## 11. BIBLIOGRAFIA

Ambraseys, N. N., Simpson, K. A., y Bommer, J.J. (1996), "Prediction of horizontal response spectra in Europe". Earthquake Engineering and Structural Dynamics, No 25, pp. 371-400.

ATC-40 (1996) Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings. Technical Report. Applied Technology Council Redwood City, California.

Boore, D M., Watson - Lamprey J., And Abrahamson N.A. (2006). Orientation Independent Measures Of Ground Motion. Bulletin of the Seismological Society of America 96(4A):1502-1511.

Brencich A, Gambarotta L, Lagomarsino S (1998) A Macroelement Approach to the Three - Dimensional Seismic Analysis Of masonry buildings. 11<sup>Th</sup> European Conference on Earthquake Engineering. Rotterdam.

Cabrera E. (2013). Modelado estructural de edificios convencionales. Aplicación al análisis de fragilidad del bloque 11 del barrio san fernando en lorca (murcia). Tesina Final de Master. Barcelona.

Chopra, Anil K (2012). Dynamics of Structures. 4a ed. Boston: Prentice Hall.

Cid, J., Susagna, T., Goula, X., Chavarria, L., Figueras, S., Fleta, J., Casas, A., y Roca, A. (2001), "Seismic Zonation of Barcelona Based on Numerical Simulation of Site Effects". Pure Applied Geophysics, Vol. 158, No 12, pp. 2559-2577.

Comisión Sismológica Europea (2008). EMS-98 Escala Macrosísmica Europea, Hamburgo.

CSI (2007) CSI Analysis Reference Manual for SAP, ETABS and SAFE. Technical Report. Berkeley, California.

EUROCODIGO 8 (2004) Design Of structures for earthquake resistance-Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings, EN 1998---1:2004: E, Dec 2004.

Federal Emergency Management Agency (2000). FEMA-356 Prestandard and Commentary for The Seismic Rehabilitation Of Buildings. Washington, D.C.

Galasco A, Lagomarsino S, Penna A, Resemini S (2004). Nonlinear Seismic Analysis of Masonry Structures. 13th World Conference on Earthquake Engineering. Vancouver, B.C.

Galasco A, Lagomarsino S, Penna A (2006) On The Use Of Pushover Analysis For Existing Masonry Buildings. In: Proceedings Of the 13th European Conference On Earthquake Engineering. Geneva (CH), Sep 2006, ID1080, Pp 3---8.

GoogleMaps (2014). <https://www.google.es/maps/>

GoogleEarth (2014). <https://www.google.es/intl/es/earth/index.html>

Goula X, Irizarry J., Figeras S., Macau A., Barbat A., Valcarcel J., Carreno L., Lantada N (2011). El Terremoto De Lorca Del 11 De Mayo De 2011 Informe De visita de campo, Institut Geologic De Catalunya, Barcelona.

IGN (2013) Mapas De Sismicidad.

[http://www.ign.es/ign/layoutIn/sismoDetalleMapasSismicos.do?mapa=sismicidad\\_peq.jpg&titulo=Mapa%20general%20de%20la%20sismicidad%20de%20la%20Pen%EDnsula%20Ib%EArica&leyenda=no&mapabig=sismicidad.jpg](http://www.ign.es/ign/layoutIn/sismoDetalleMapasSismicos.do?mapa=sismicidad_peq.jpg&titulo=Mapa%20general%20de%20la%20sismicidad%20de%20la%20Pen%EDnsula%20Ib%EArica&leyenda=no&mapabig=sismicidad.jpg)

J. Irizarry, X. Goula y T. Susagna (2003). EVALUACIÓN DE LA PELIGROSIDAD SÍSMICA DE LA CIUDAD DE BARCELONA EN TÉRMINOS DE ACELERACIÓN ESPECTRAL Instituto Cartográfico de Cataluña, Parc de Monjuïc, s/n, Barcelona.

Milutinovic Z. V., Trendafiloski G.S. (2003) RISK-UE An Advanced Approach to earthquake risk scenarios with applications to different European Towns, WP4: Vulnerability Of current buildings. 2003. EVK4-CT-2000-00014.

Ministerio De Fomento (2009). Norma De Construcción Sismoresistente: Parte General Y Edificación NCSE---02. Centro De Publicaciones De la Secretaria General Técnica. España.

Ministerio De Fomento (2009). Instrucción de Hormigón Estructural “EHE”. Centro De Publicaciones De la Secretaria General Técnica. España.

Moreno G. Rosangel y Bairán G. Jesús M. (2012). Influencia de los cerramientos de fábrica en el comportamiento sísmico de edificios de hormigón armado. Barcelona, España.

Paz M (2009). Dinamica Estructural Teoria Y Calculo. 3ed, Barcelona: Reverte S.A.

Pujades, L. G., Barbat A.H., R. Gonzalez Drigo, Avila J., Lagomarsino S. (2012). Seismic Performance of a block of buildings representative of the Typical Construction in the Eixample District in Barcelona. Bull Earthquake Eng., February 10:331---349.

Rakesh K. Goel, California Polytechnic State University, San Luis Obispo and Anil K. Chopra (2004). Evaluation of Modal and FEMA Pushover Analyses: SAC Buildings. University of California, Berkeley.

Secanell, R. (1999), "Avaluació de la perillositat sísmica a Catalunya: anàlisi de sensibilitat per a diferents models d'ocurrència i paràmetres sísmics". PhD Thesis. University of Barcelona, 335 pp.

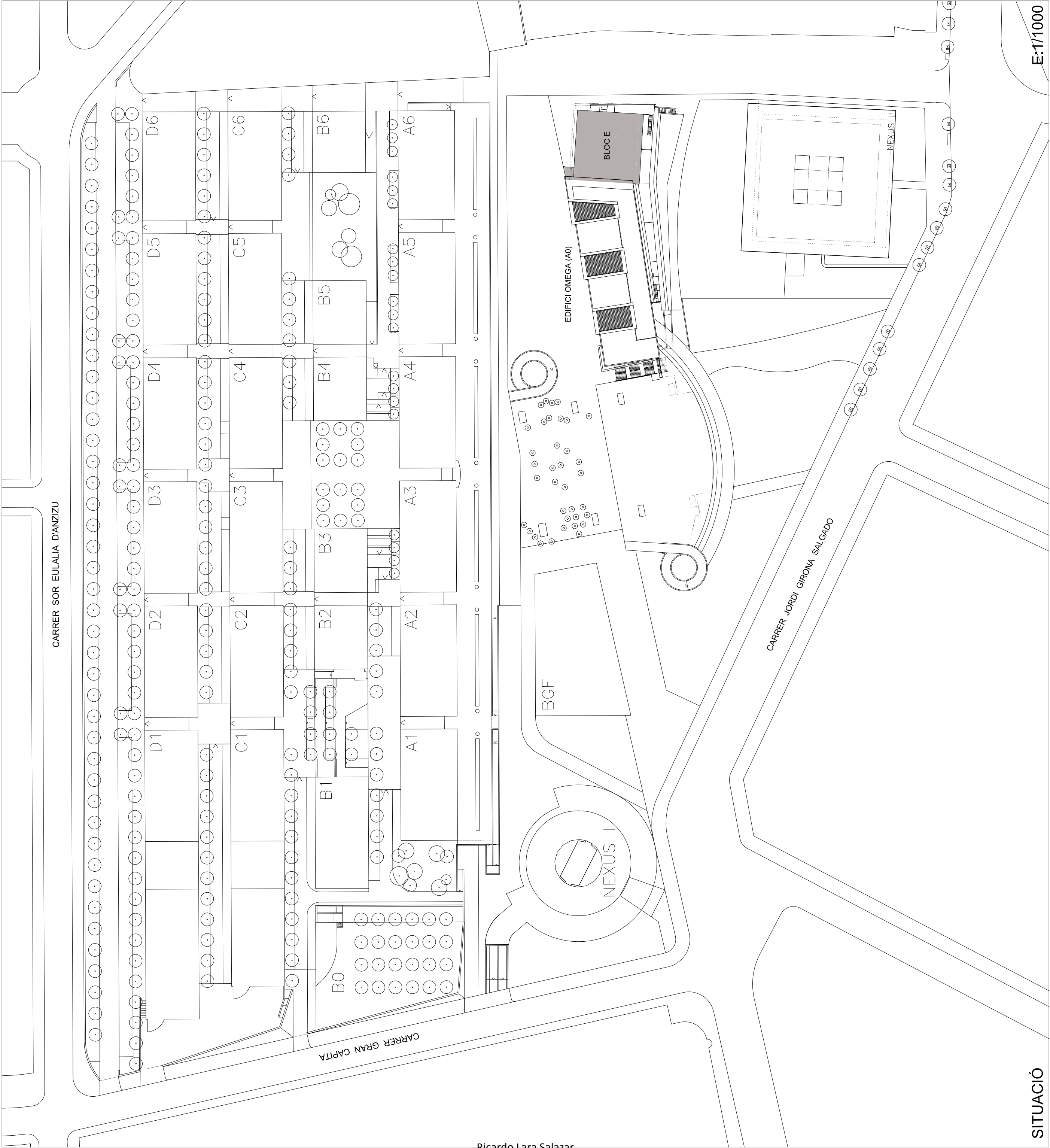
Vargas Y. (2013). Análisis Estructural estático y dinámico probabilista de edificios de hormigón armado. Aspectos Metodológicos y aplicaciones a la evaluación del daño. Tesis Doctoral. Barcelona.





## **12. ANEXOS**

### **12.1. Planos estructurales**



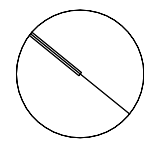
Ricardo Lara Salazar



INDEX GENERAL PLÀNOLS

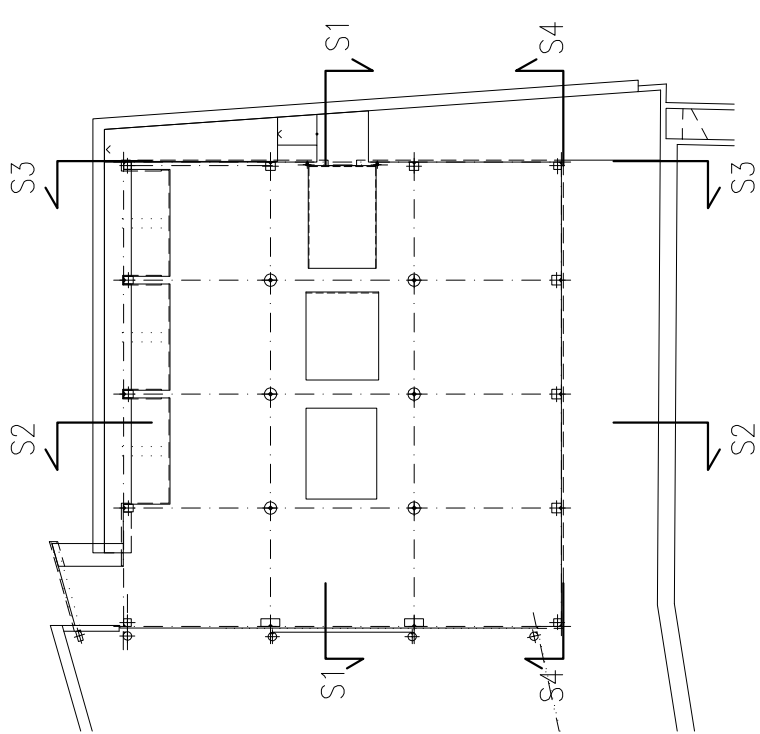
- A01. SITUACIÓ I EMPLAÇAMENT (E 1/1000. E: 1/500)
- A02. SECCIONS 1/2 (E: 1/100)
- A03. SECCIONS 3/4 (E: 1/100)
- A04. ESCALA 1/12 (E: 1/500)
- E01. ARMAT SUPERIOR SOSTRE (E: 1/50)
- E02. SOLETA (E: 1/50)
- E03. ENCOFRAT SOSTRE PLANTA SOTERRANI -3 (E: 1/50)
- E04. ARMAT INFERIOR SOSTRE SOTERRANI -3 (E: 1/50)
- E05. ARMAT SUPERIOR SOSTRE SOTERRANI -3 (E: 1/50)
- E06. ENCOFRAT SOSTRE SOTERRANI -2 (E: 1/50)
- E07. ARMAT INFERIOR SOSTRE SOTERRANI -2 (E: 1/50)
- E08. ARMAT SUPERIOR SOSTRE SOTERRANI -2 (E: 1/50)
- E09. ENCOFRAT SOSTRE SOTERRANI -1 (E: 1/50)
- E10. ARMAT INFERIOR SOSTRE SOTERRANI -1 (E: 1/50)
- E11. ARMAT SUPERIOR SOSTRE SOTERRANI -1 (E: 1/50)
- E12. ENCOFRAT SOSTRE PLANTA BAIXA (E: 1/50)
- E13. ARMAT INFERIOR SOSTRE PLANTA BAIXA (E: 1/50)
- E14. ARMAT SUPERIOR SOSTRE PLANTA BAIXA (E: 1/50)
- E15. ENCOFRAT SOSTRE PLANTA PRIMERA I SEGONA (E: 1/50)
- E16. ARMAT INFERIOR SOSTRE PLANTA PRIMERA I SEGONA (E: 1/50)
- E17. ARMAT SUPERIOR SOSTRE PRIMERA I SEGONA (E: 1/50)
- E18. ENCOFRAT SOSTRE PLANTA TERCERA (E: 1/50)
- E19. ARMAT INFERIOR SOSTRE TERCERA (E: 1/50)
- E20. ARMAT SUPERIOR SOSTRE TERCERA (E: 1/50)
- E21. QUADRE DE PILARS (E: 1/25)
- E22. JASSERES (I) (E: 1/50)
- E23. JASSERES (II) (E: 1/50)
- E24. ESTRUCTURA ESCALA (I) (E: 1/20)
- E25. ESTRUCTURA ESCALA (II) (E: 1/20)
- E26. DETALLS ESTRUCTURA (I) (E: 1/20)

OBRA	PROJECTE EXECUTIU BLOC E. EDIFICI OMEGA (A-0) ESTRUCTURA	
EMPLAÇAMENT	CAMPUS NORD UPC C/ JORDI GIRONA, SN BARCELONA	
REF. DOCUMENT	SITUACIÓ I EMPLAÇAMENT	
ARQUITECTE	JAUME LLOBET LLOBET	
REF. PROJECTE	9522/E	ESCALA 1/1000 1/500



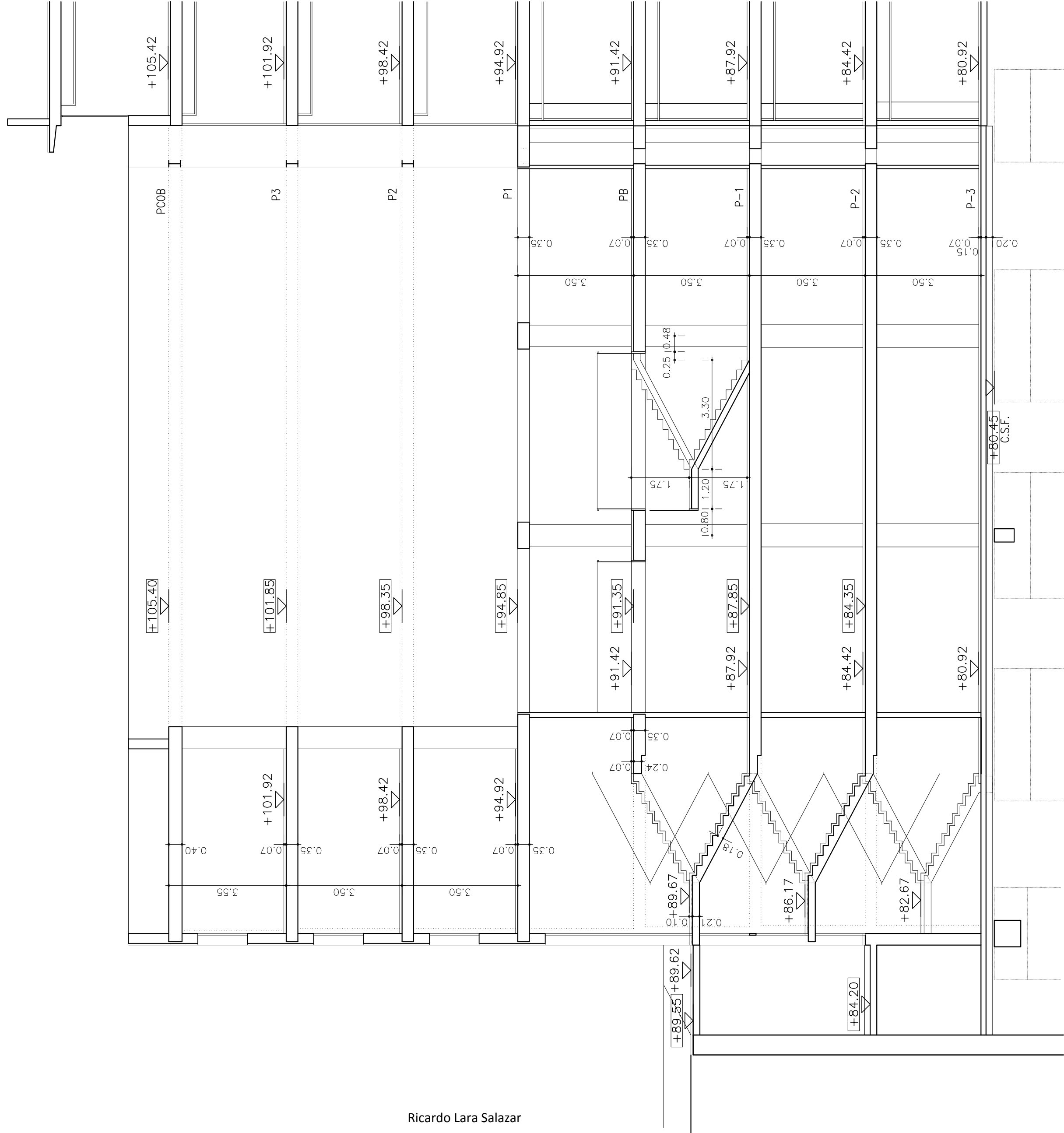
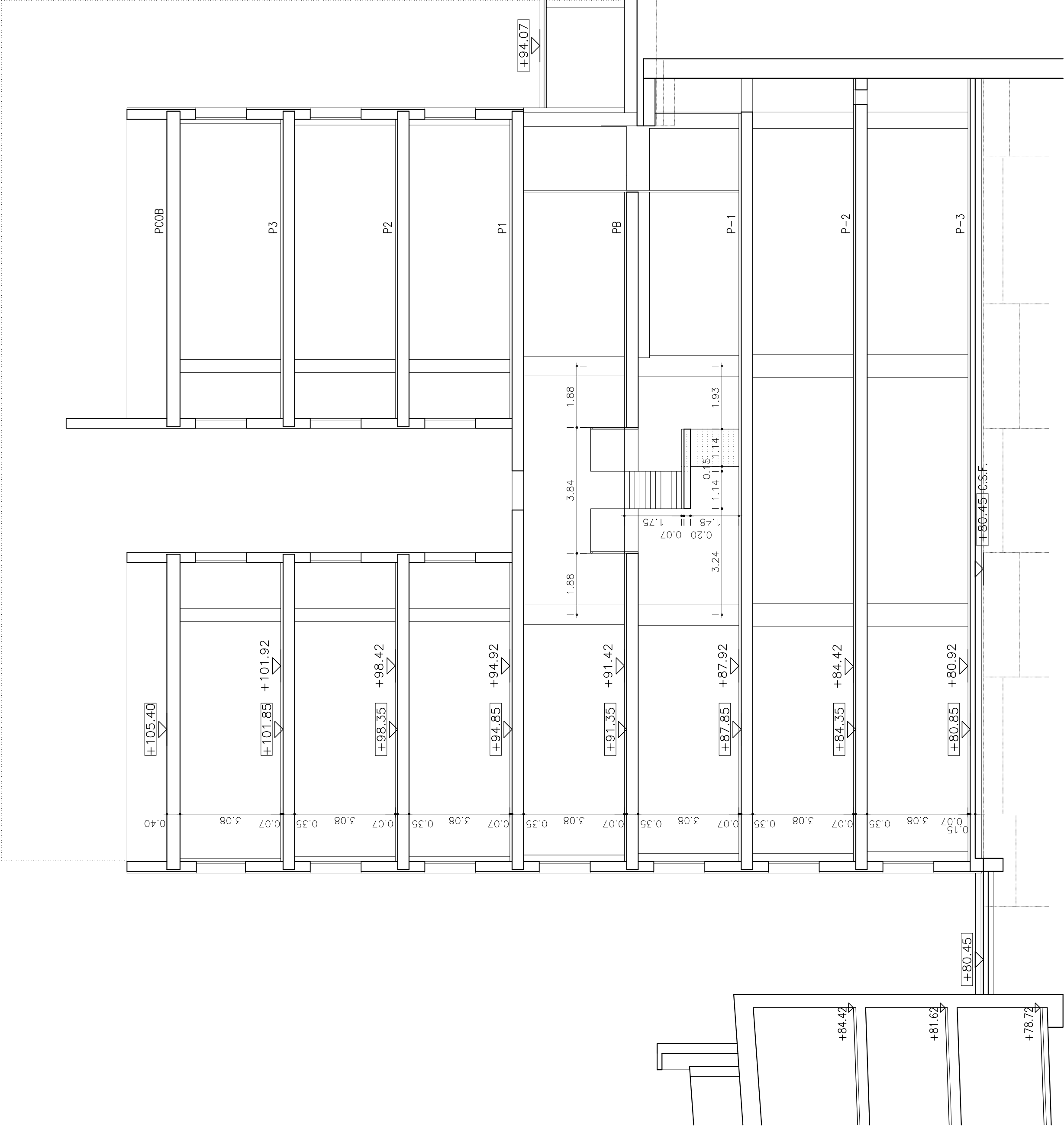
0 10 20 50

A.01



LES COTES DE PAVIMENT DE  
CADA PLANTA ES REPLANTEJARAN  
SEGONS LES DE L'EDIFICI EXISTENT

+00.00 COTES PAVIMENT ACABAT  
[+00.000] COTES FORJAT NU





U P C

OBRA

PROJECTE EXECUTIU  
BLOC E. EDIFICI OMEGA (A-0)  
ESTRUCTURA

EMPLAÇAMENT  
CAMPUS NORD UPC  
C/ JORDI GIRONA, SN  
BARCELONA

REF. DOCUMENT

SECCIONS 1/2

ARQUITECTE

JAUME LLOBET LLOBET

REF. PROJECTE

DATA

ESCALA

9522/E

JUNY  
2006

1/100

0125

01

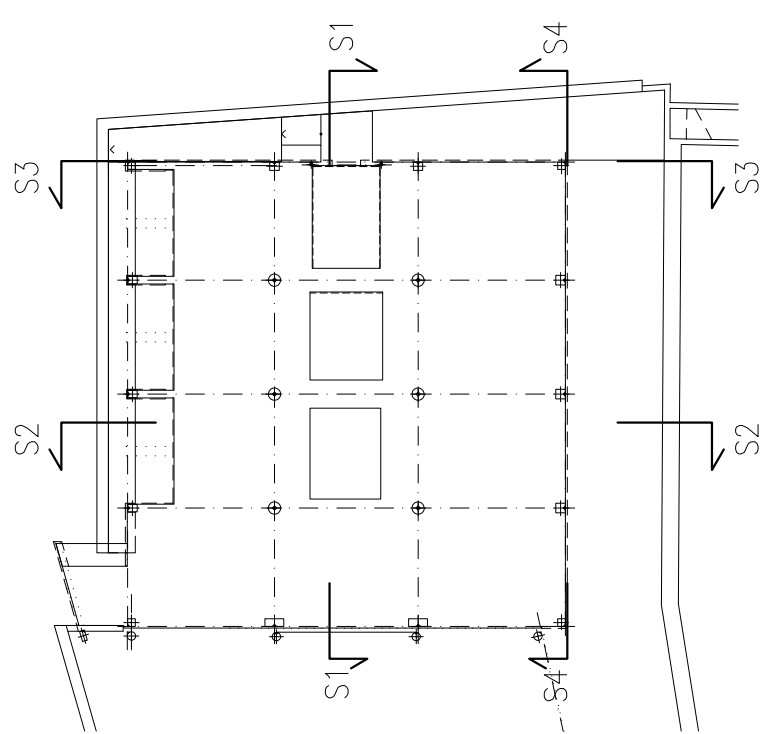
2

5

A.02

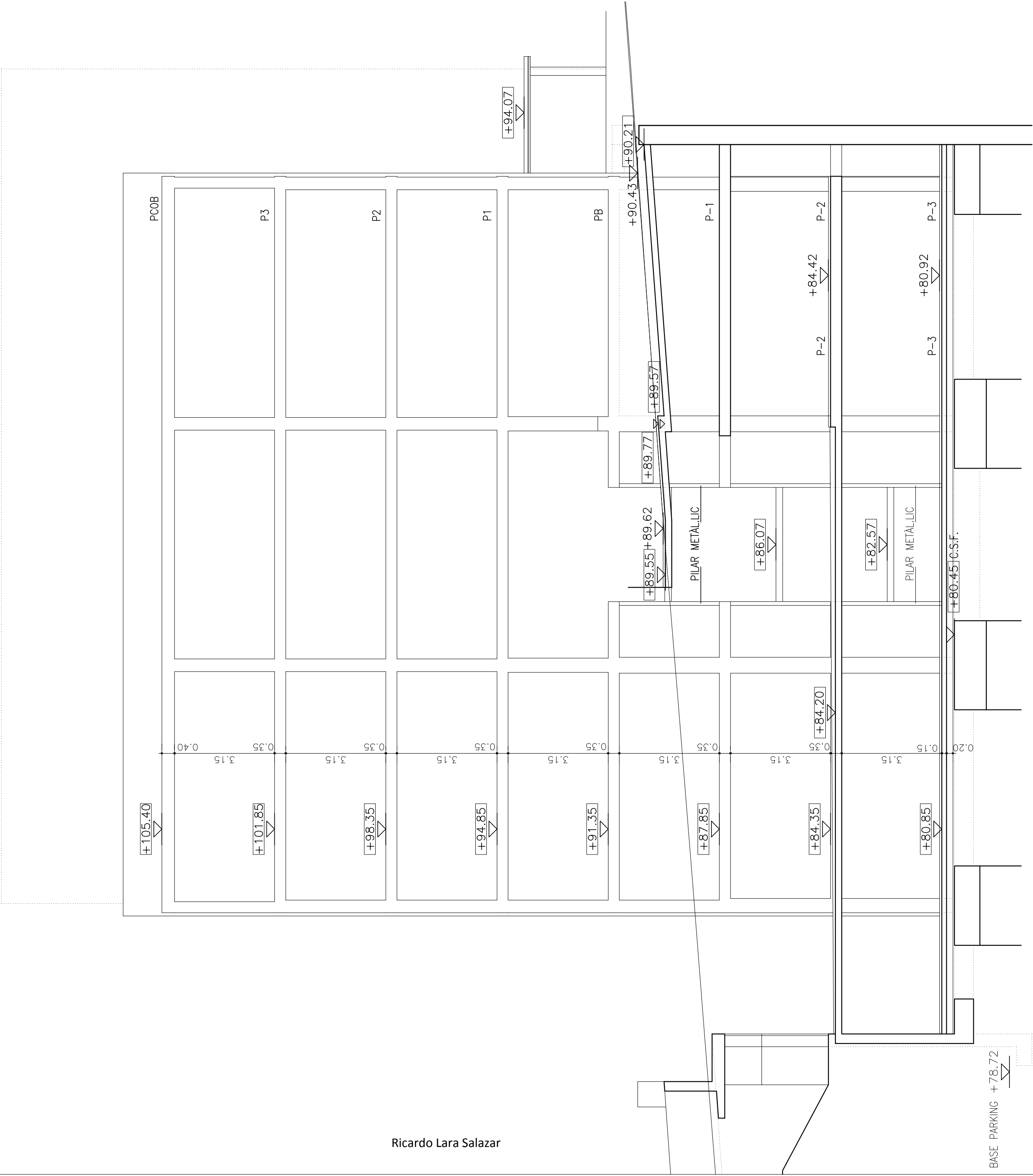
SECCIÓ 2

SECCIÓ 1

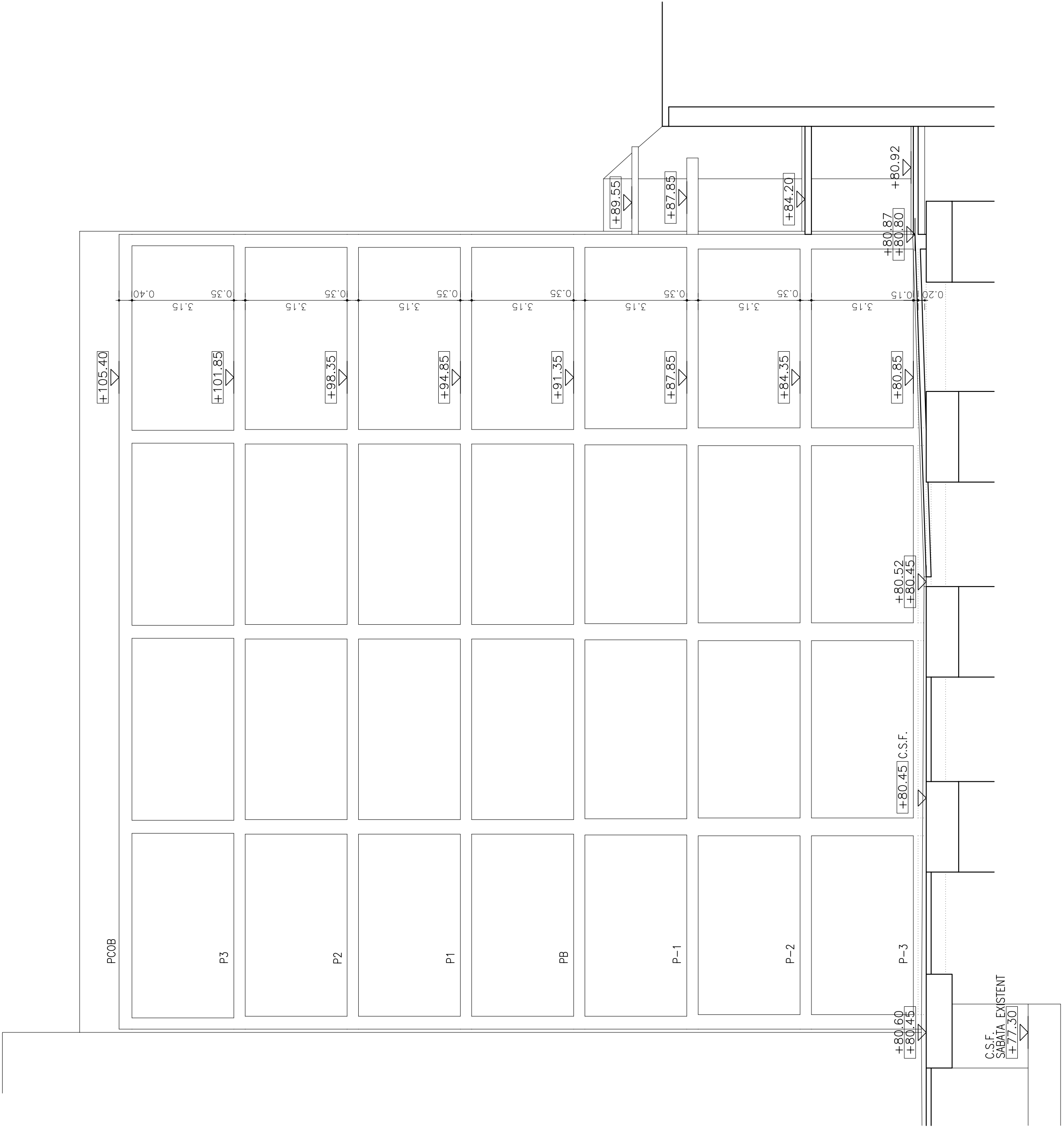


LES COTES DE PAVIMENT DE  
CADA PLANTA ES REPLANTEJARAN  
SEGONS LES DE L'EDIFICI EXISTENT

+00.00 COTES PAVIMENT ACABAT  
+00.000 COTES FORJAT NU



SECCIÓ 3



SECCIÓ 4

U P C

OBRA

PROJECTE EXECUTIU  
BLOC E. EDIFICI OMEGA (A-0)  
ESTRUCTURA

EMPLAÇAMENT  
CAMPUS NORD UPC  
C/ JORDI GIRONA, SN  
BARCELONA

REF. DOCUMENT

SECCIONS 3/4

ARQUITECTE

JAUME LLOBET LLOBET

REF. PROJECTE  
9522/E

DATA  
JUNY  
2006

ESCALA  
1/100

012

015

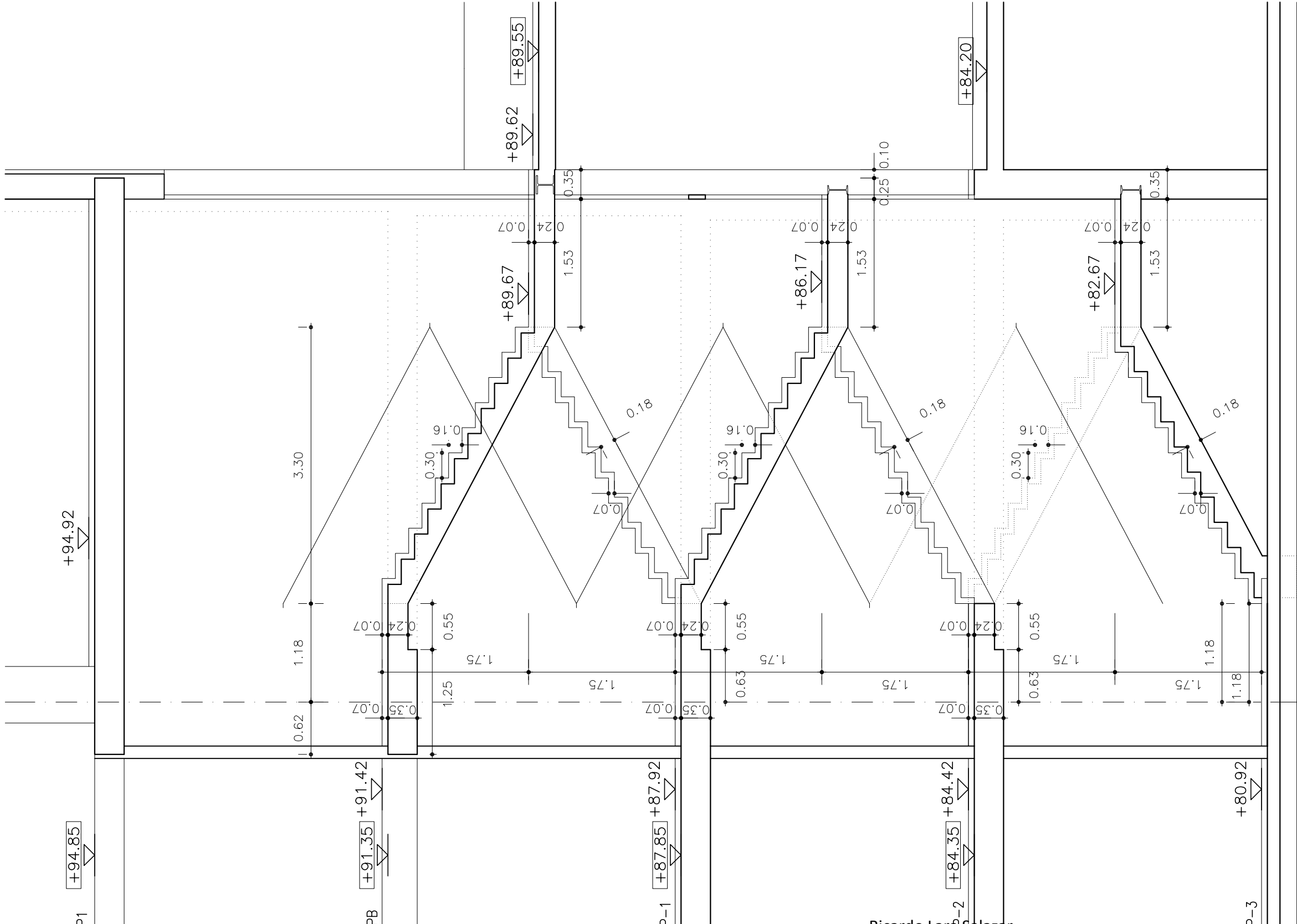
A.03

Ricardo Lara Salazar

88

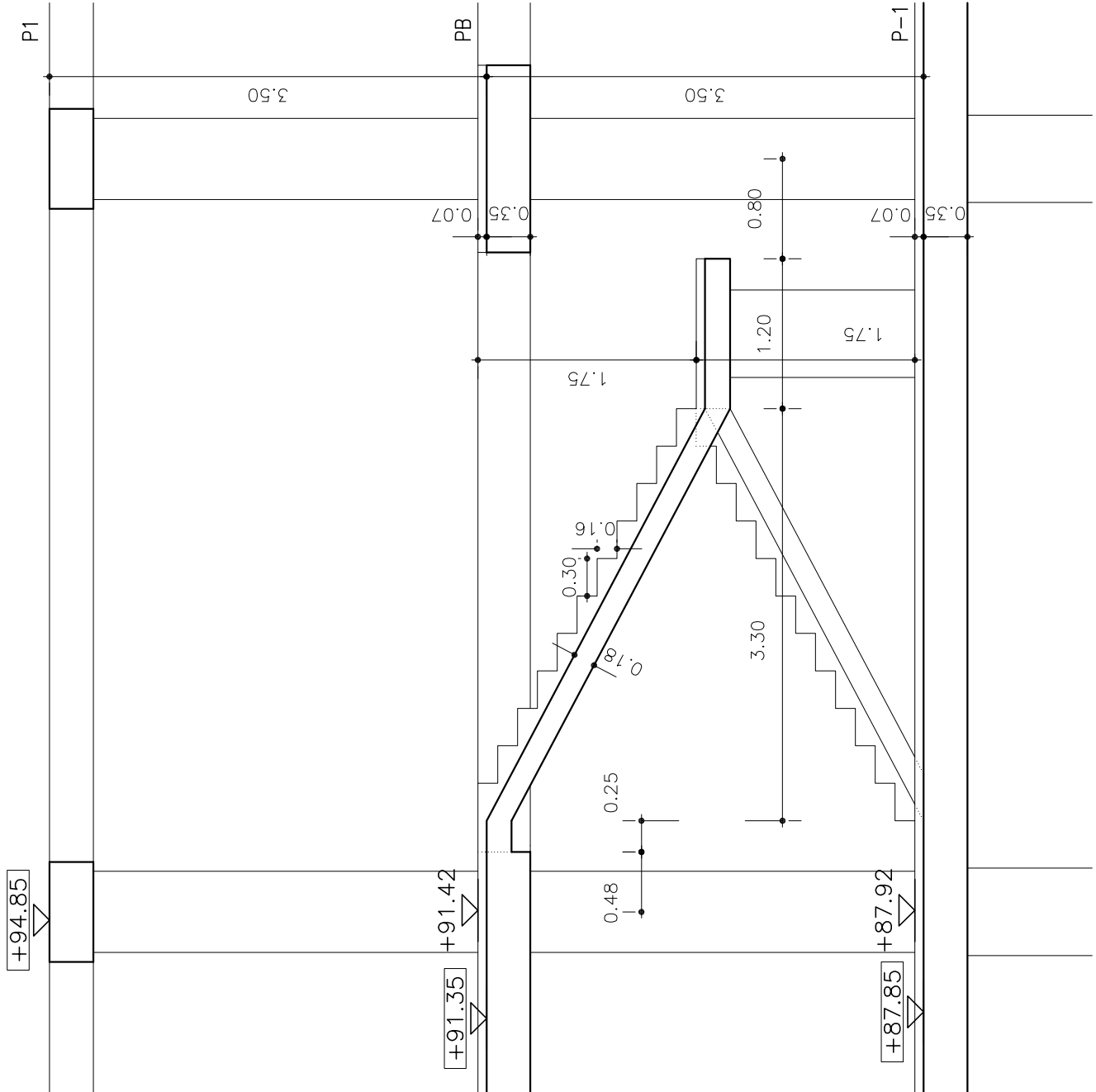


ESCALA 1

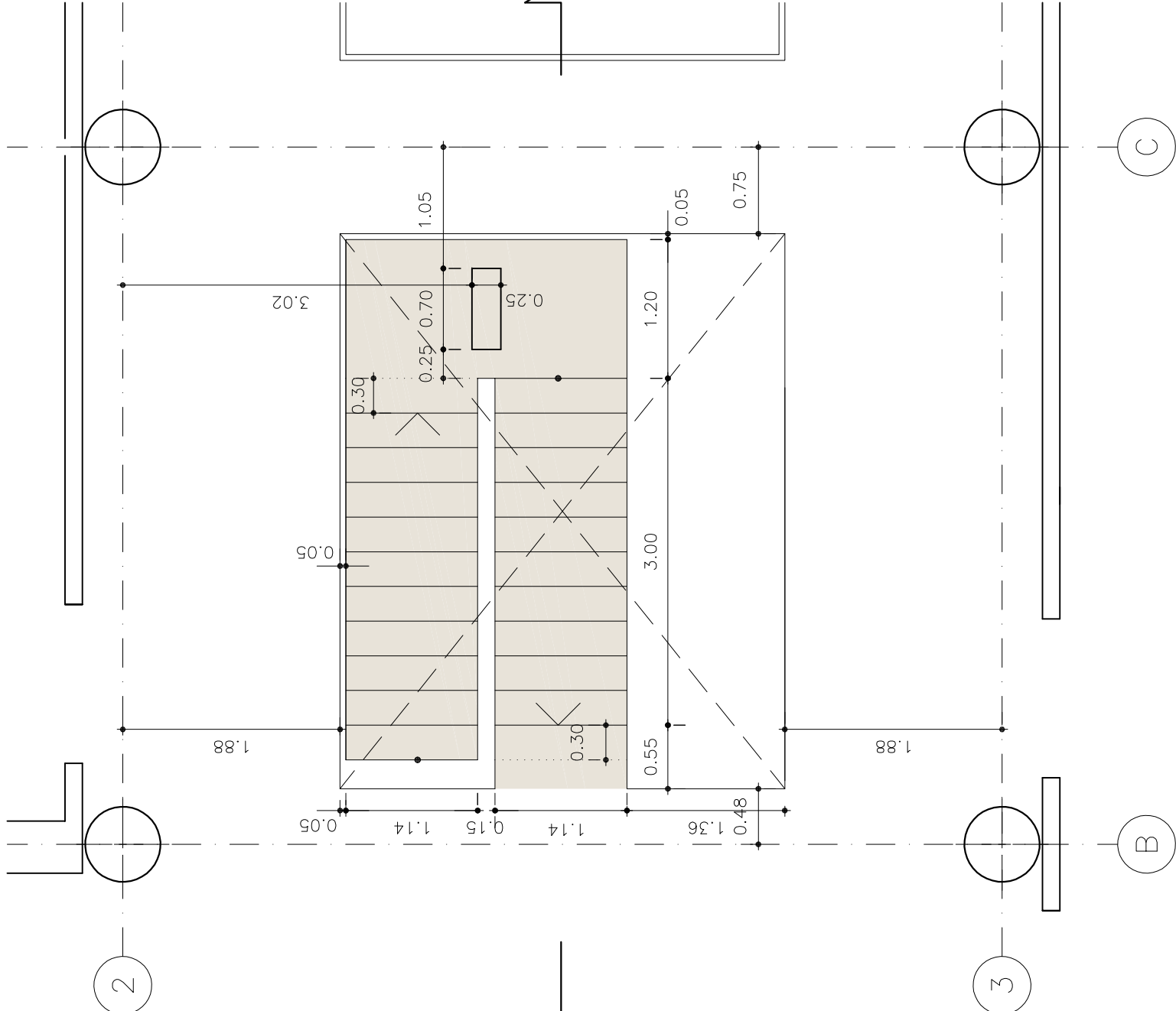


SECCIÓ A

ESCALA 2



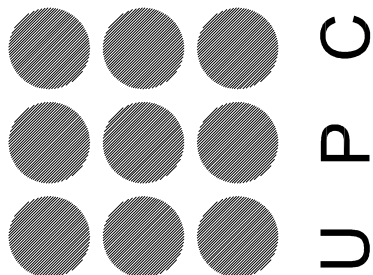
SECCIÓ C



PLANTA BAIXA

LES COTES DE PAVIMENT DE  
CADA PLANTA ES REPLANTEJARAN  
SEGONS LES DE L'EDIFICI EXISTENT

+00.00  
COTES PAVIMENT ACABAT  
+000.000  
COTES FORJAT NU



U P C

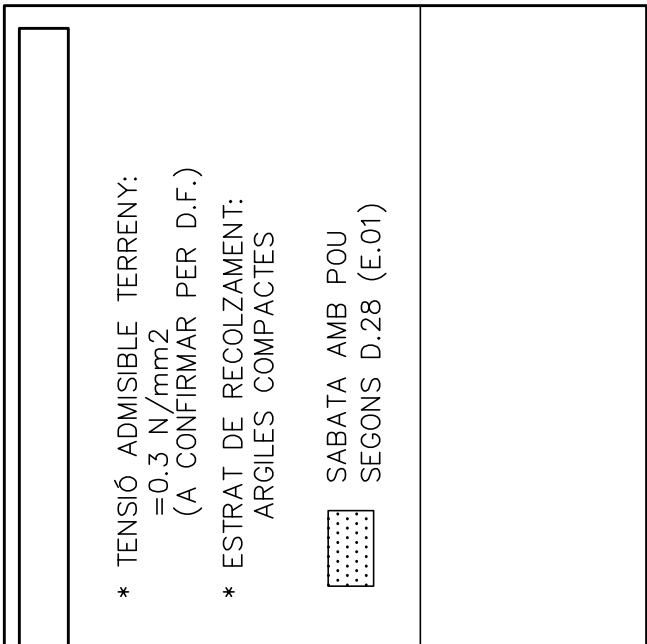
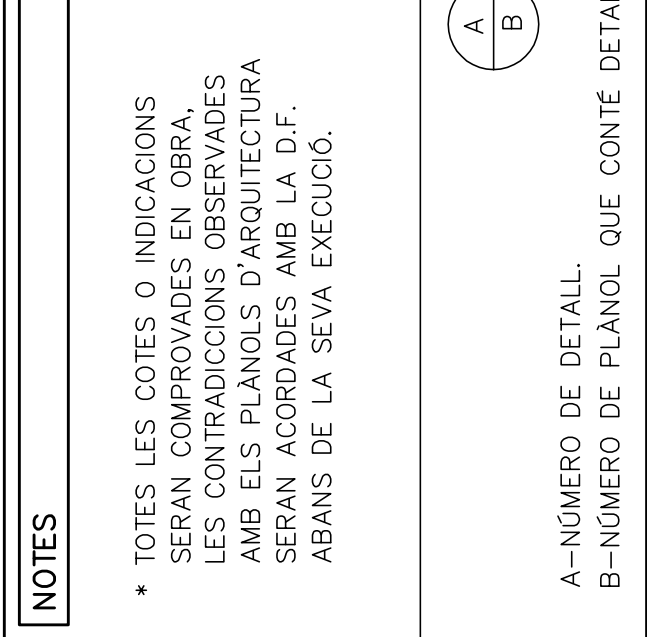
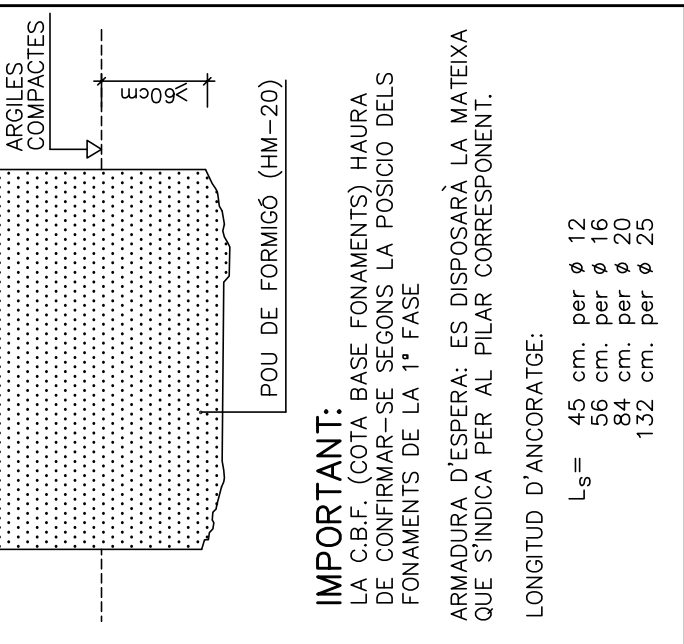
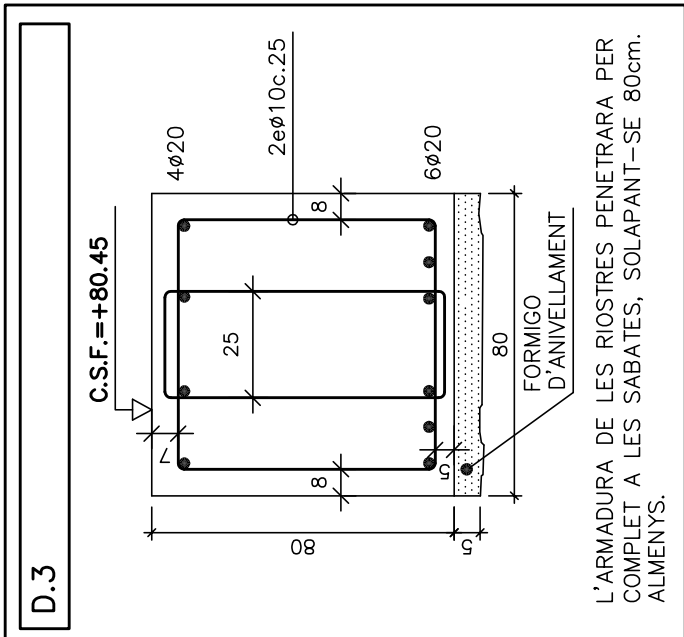
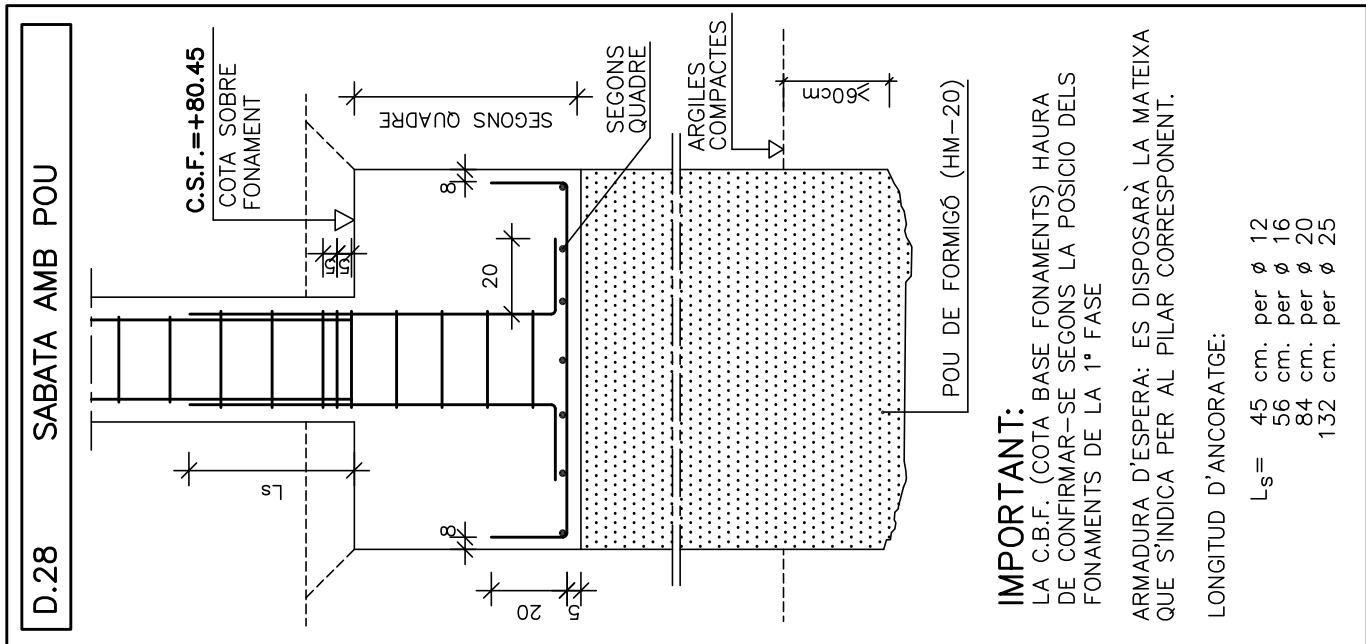
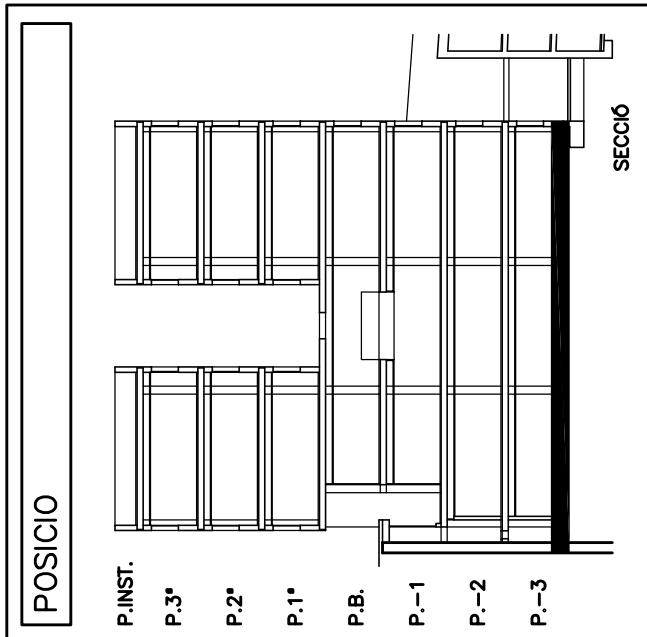
PROJECTE EXECUTIU  
BLOC E. EDIFICI OMEGA (A-0)  
ESTRUCTURA

CAMPUS NORD UPC  
C/ JORDI GIRONA, SN  
BARCELONA

ESCALES 1 | 2

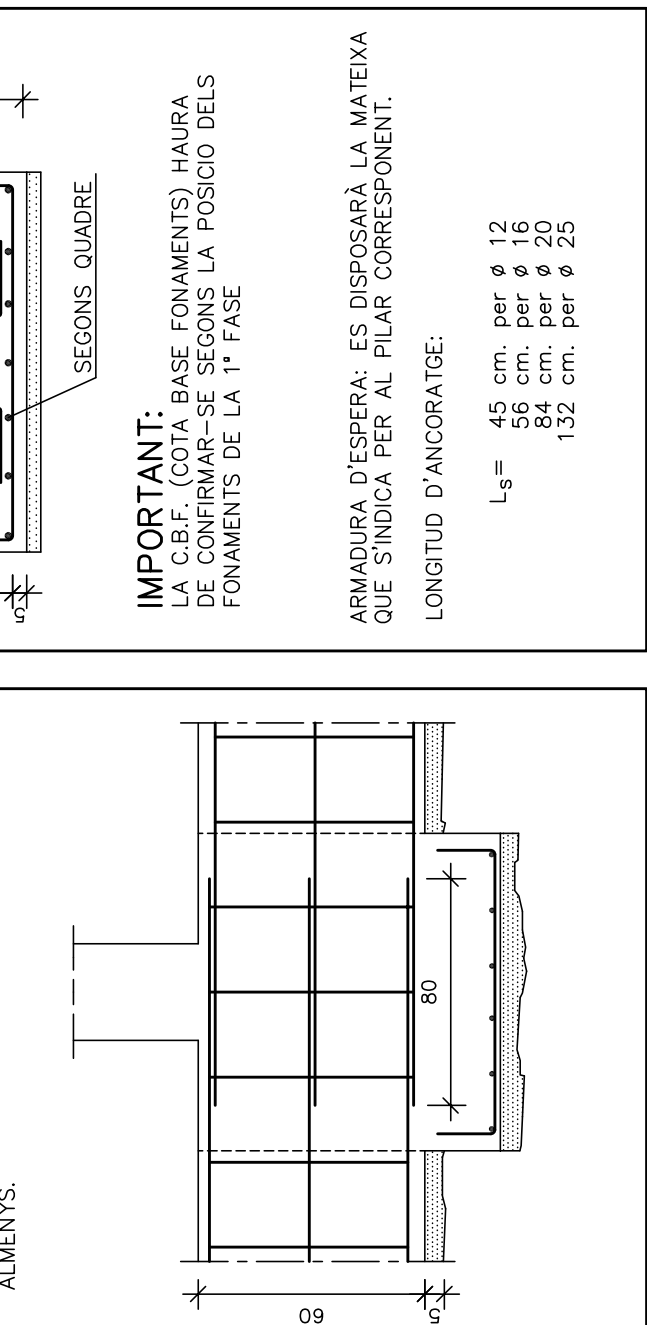
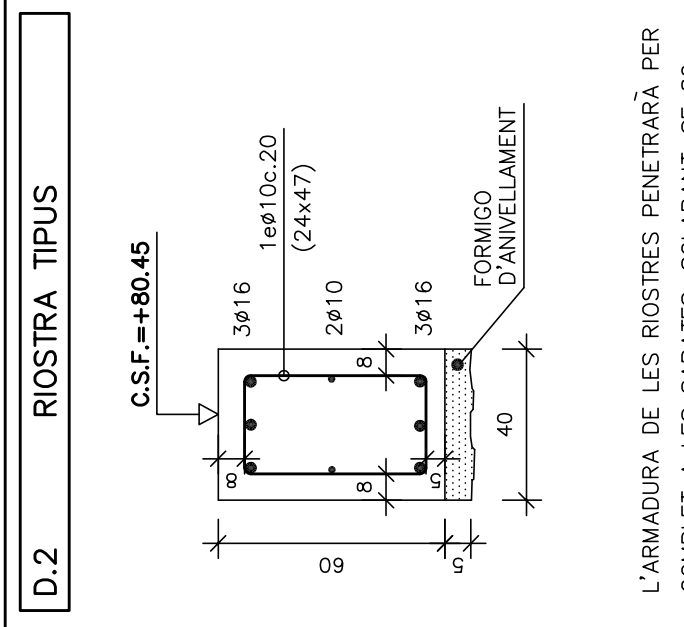
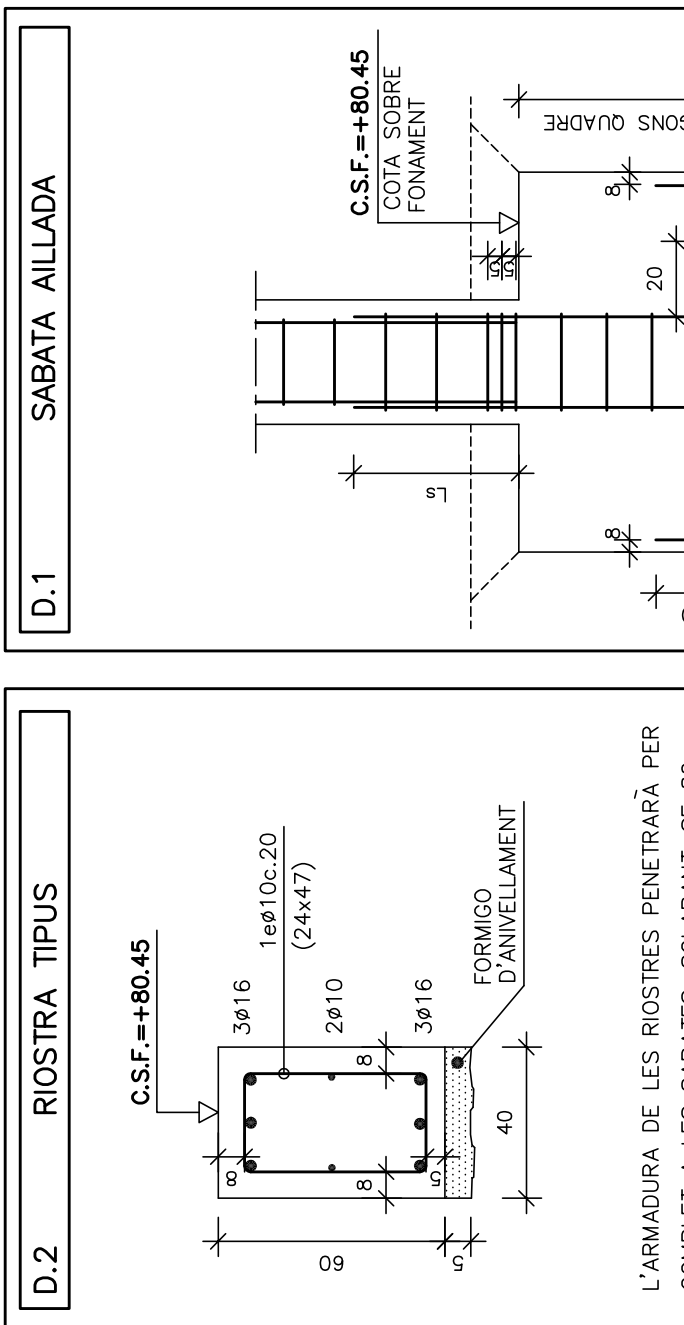
JAUME LLOBET LLOBET

REF. PROJECTE  
9522/E  
DATA  
JUNY  
2006  
ESCALA  
1/50



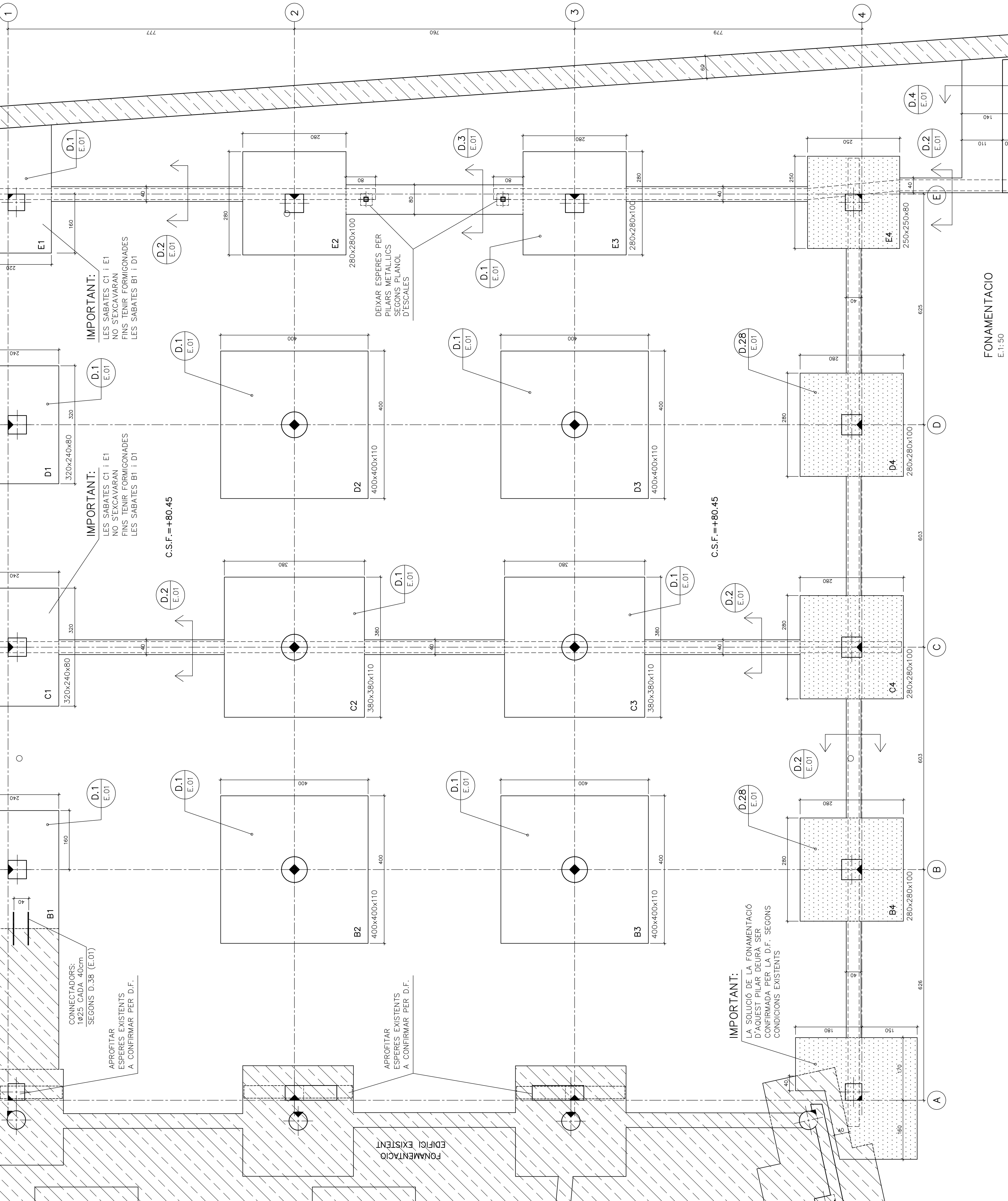
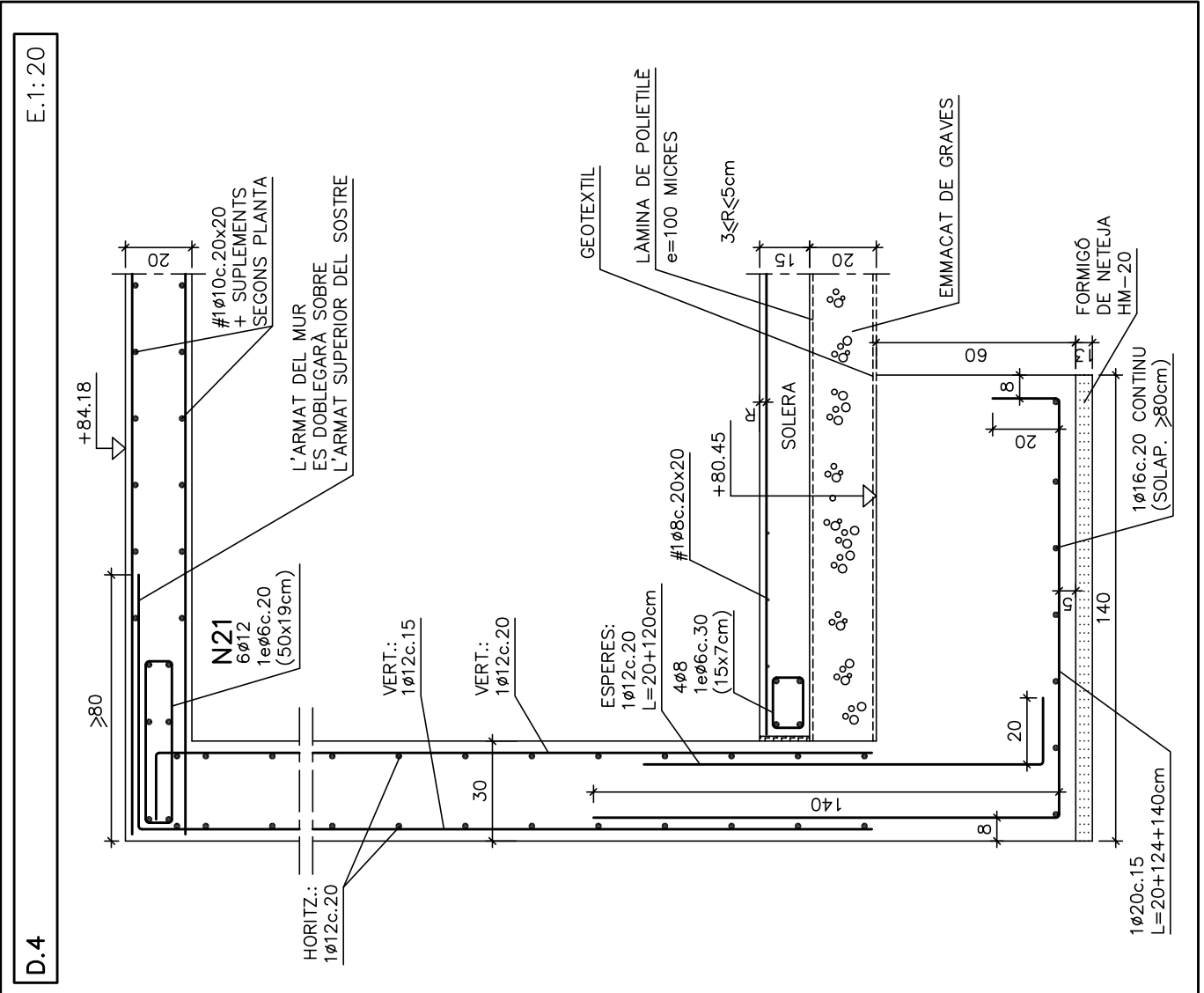
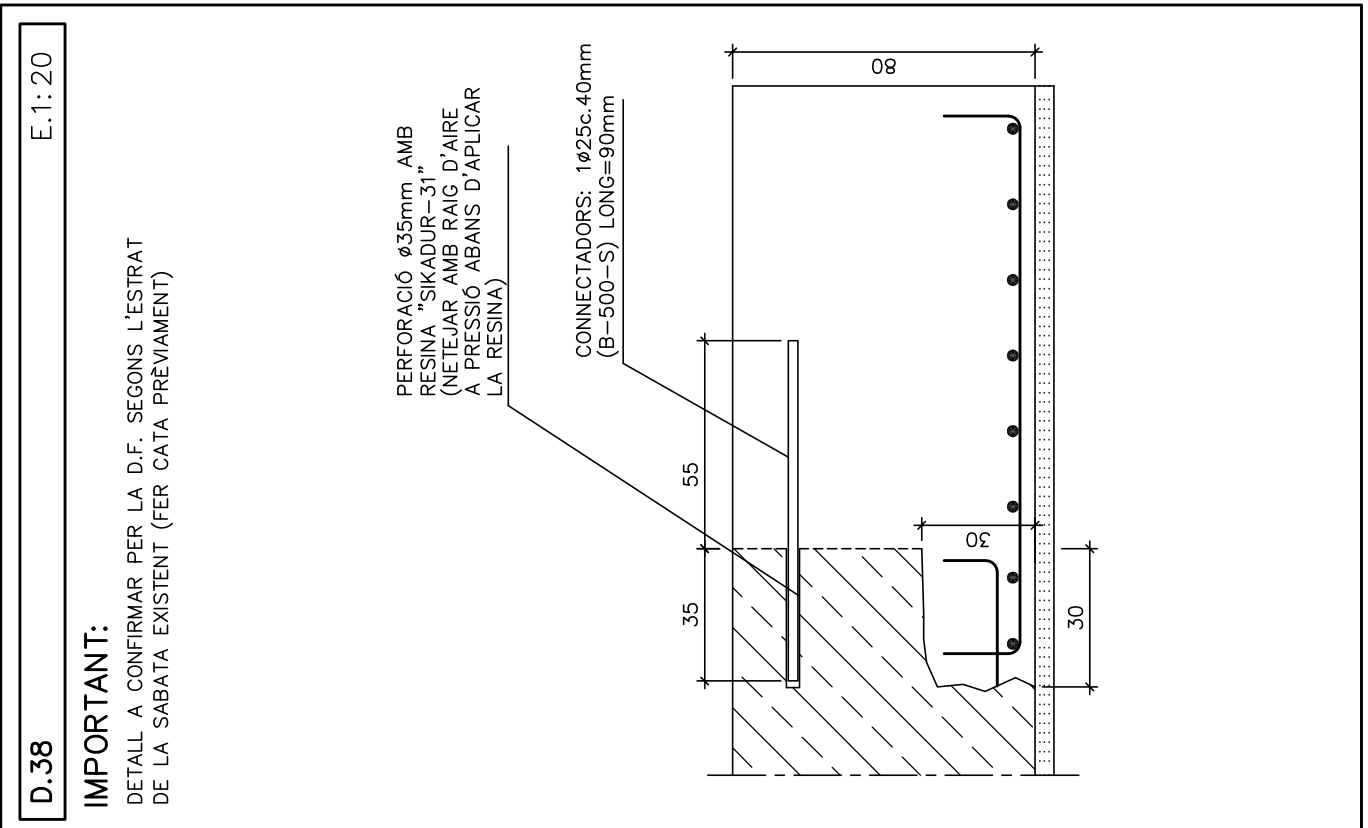
**QUADRE D'ESPECIFICACIONS TECNQUES DEL FORMIGÓ**

TIPIUS DE ELEMENT	POSICIO	USUJES DE FORMIGÓ RESISTENCIA MINIO NOMINAL A/C (N/mm²)	RECORRIMENT MINIO NOMINAL A/C (N/mm²)	REINFORÇAMENT MINIO NOMINAL A/C (N/mm²)	REINFORÇAMENT MINIO NOMINAL A/C (N/mm²)	REINFORÇAMENT MINIO NOMINAL A/C (N/mm²)
FONAMENTS	TOTS	HA-25/6/20/10	25	30	40	0.5
PILARS	TOTES	HA-25/6/20/10	25	30	40	0.5
JASSERES	TOTES	HA-25/6/20/10	25	30	40	0.5
SOSTRES	TOTES	HA-25/6/20/10	25	30	40	0.5
ESCALES	TOTES	HA-25/6/20/10	25	30	40	0.5
MURS	TOTES	HA-25/6/20/10	25	30	40	0.5



**QUADRE DE SABATES**

TIPIUS	DIMENSIO (cm)	DIMENSIO (cm)	ALÇADA H (cm)	ARMAT INFERIOR
C2, C3	380	380	110	#1025c.18x18.2
E2, E3, B4, C4, D4	280	280	100	#1025c.18x18
E4	250	250	80	#1020c.18x18
C1, D1	320	320	80	#1020c.20x20
B1, E1, A4	400	400	80	#1020c.20x20
B2, D2, D3, B3	400	400	110	#1025c.18.3x18.3













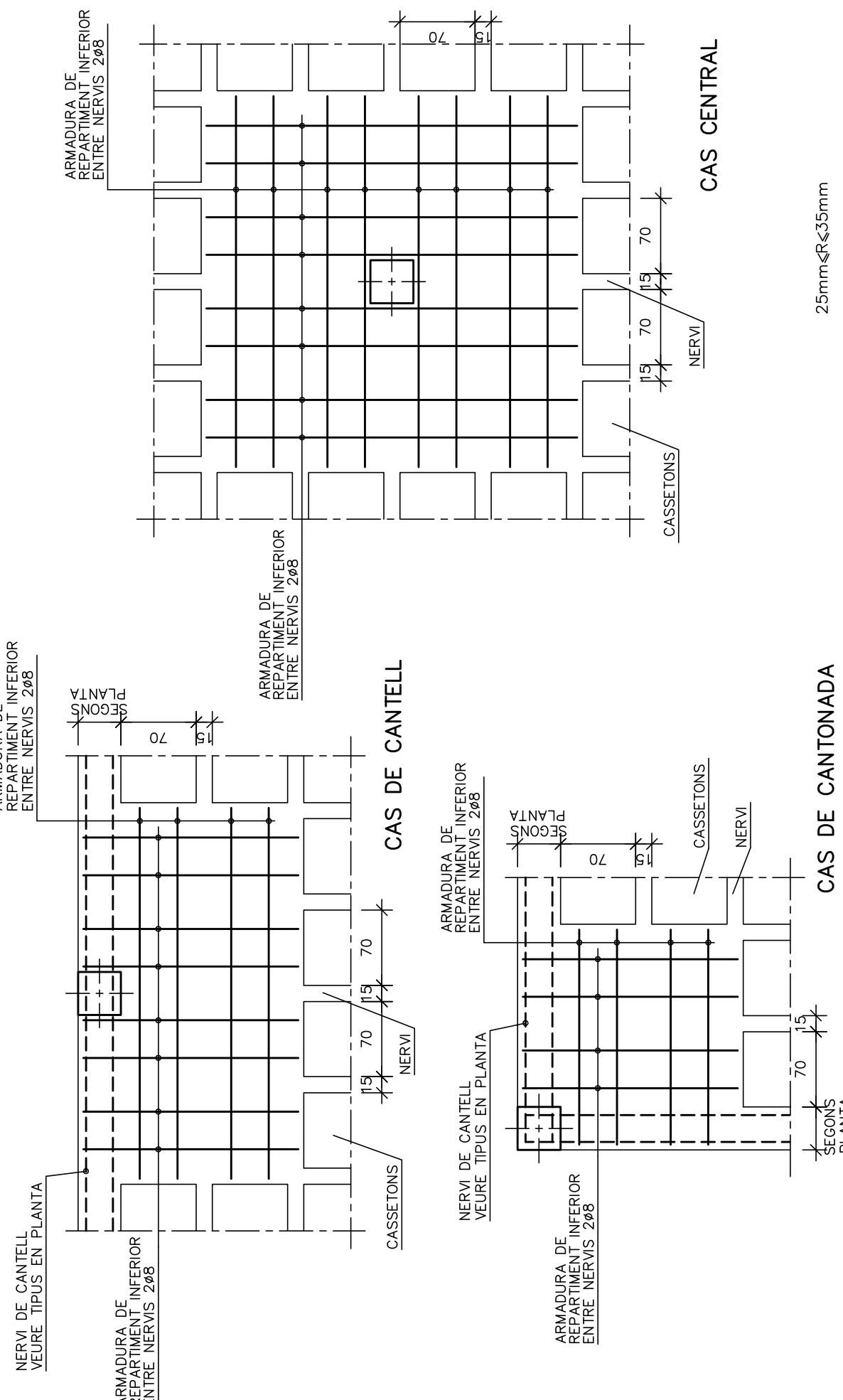






E. 1: 50

ARMAT BASIC INFERIOR CAPITELLS (DETALL GENERIC)



LONGITUD D'ANCORATGE I SOLAPAMENTS (cm)

HA-25	ANCORATGE A COMPRESIÓ		SOLAPAMENT A TRACCIÓ	
	POSICIÓ		POSICIÓ	
Ø (mm)	A	B	A	B
6	15	22	30	44
8	20	29	40	58
10	25	36	50	72
12	30	43	60	86
16	40	57	80	114
20	60	84	120	168
25	94	132	188	264
32	154	215	308	430

ACER:  
TIPUS: B-500-S  
LÍMIT ELÀSTIC 500 N/mm<sup>2</sup>

POSICIONS

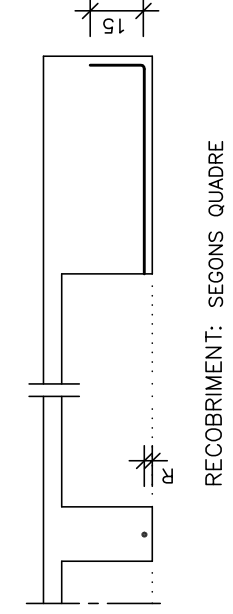
- A: ARMAT SUPERIOR O LATERAL EN FORJATS I JASSES
- B: ARMAT VERTICAL EN PLATES I MURALS (SOLAPAMENT A LA BASE DE L'ELEMENT)

NOTES

- 1/ EN PERL UNIFICACIÓ, AMB PATILLA O CANVO ES PODRAN REDUIR UN 30% ELS VALORS DE LA TALLA SI L'ARMADURA ESTÀ TRACCIONADA.
- 2/ PER SEPARACIONS ENTRE ARMADURES, EL SOLAPAMENT HA DE SER D'AL MENYS VALORS DE LA COLUMNA "C" UN 30%.
- 3/ DISTÀNCIA MÀXIMA ACCEPTABLE ENTRE BARRES A SOLAPAR: 4ø

ARMAT BASIC INFERIOR (RETICULAR)

- A MÉS DELS REFORÇOS INDICATS EN PLANTA, SERAN COMPROVATS EN OBRA, LES CONTINUACIONS DELS NERVIS EN TOTA LA SEVA LONGITUD, INCLÛS DINTRE DE CAPITELLS I MASSISSATS AMB TERMINACIONS EN PATILLA.
- ELS SOLAPAMENTS NO SERAN INFERIORES A 75cm I ES FARAN A PROP DELS PLATS.

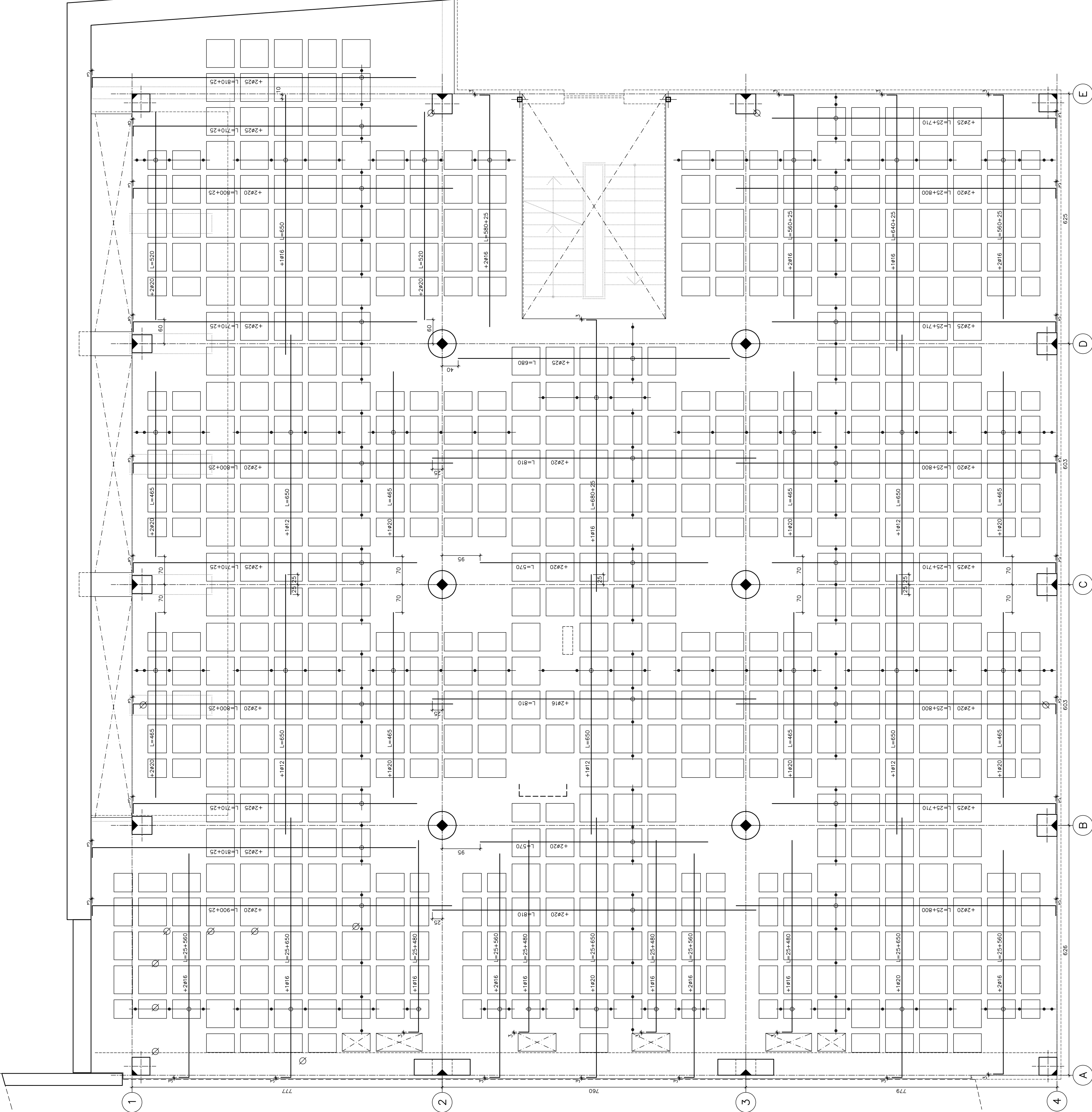
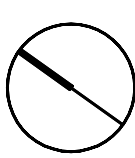


NOTES

- \* TOTES LES COTES O INDICACIONS SERAN COMPROVATS EN OBRA, LES CONTINUACIONS DELS NERVIS EN TOTA LA SEVA LONGITUD, INCLÛS DINTRE DE CAPITELLS I MASSISSATS AMB TERMINACIONS EN PATILLA.
- \* VEURE INFORMACIÓ COMPLEMENTÀRIA EN ELS PLANS D'ENCORRAT.

ARMAT INFERIOR SOSTRE P-2

REF. PROJECTE	DATA	ESCALA
9522/E	JUNY 2006	1/50



CRITERIS D'ARMAT (RETICULAR)

En el replanteig de casetons es realitzarà el muntatge de casetons i reforços d'encorrat i es disposaran les següents armadures:

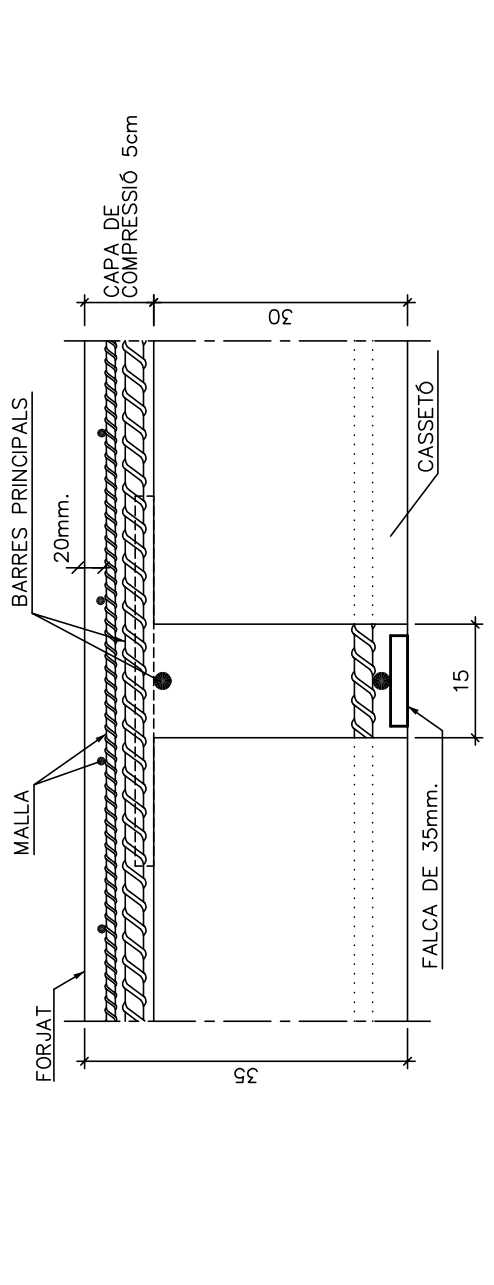
- \* GABELLA A LA CAPA DE COMPRESSIÓ: #146-30x30
- \* Solapaments no inferiors a 42cm.
- \* NERVIS PERIMETRALS DEL FORJAT: #146-30x30
- \* Segons planta d'encorrat.
- \* ARMADURA BASCA DELS NERVIS: #142 INFERIOR
- \* En tota la seva longitud.
- \* Solapaments no inferiors a 84cm.
- \* REFORÇOS SUPERIORES I INFERIORES: #142 INFERIOR
- \* Segons s'indica en les plantes d'armat.
- \* CERQUELES DE PUNXONAMENTS: #142 INFERIOR
- \* Segons s'indica al detall del planol d'encorrat.

NORMES DE MUNTATGE (RETICULAR)

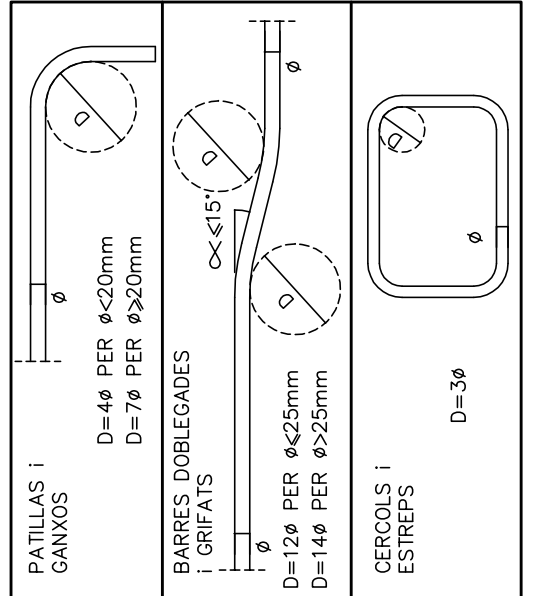
En els creuaments entre pilars i forjats, deuran muntar-se els casetons i reforços d'encorrat i es disposaran les següents armadures:

- \* GABELLA A LA CAPA DE COMPRESSIÓ: #146-30x30
- \* Solapaments no inferiors a 42cm.
- \* NERVIS PERIMETRALS DEL FORJAT: #146-30x30
- \* Segons planta d'encorrat.
- \* ARMADURA BASCA DELS NERVIS: #142 INFERIOR
- \* En tota la seva longitud.
- \* Solapaments no inferiors a 84cm.
- \* REFORÇOS SUPERIORES I INFERIORES: #142 INFERIOR
- \* Segons s'indica en les plantes d'armat.
- \* CERQUELES DE PUNXONAMENTS: #142 INFERIOR
- \* Segons s'indica al detall del planol d'encorrat.

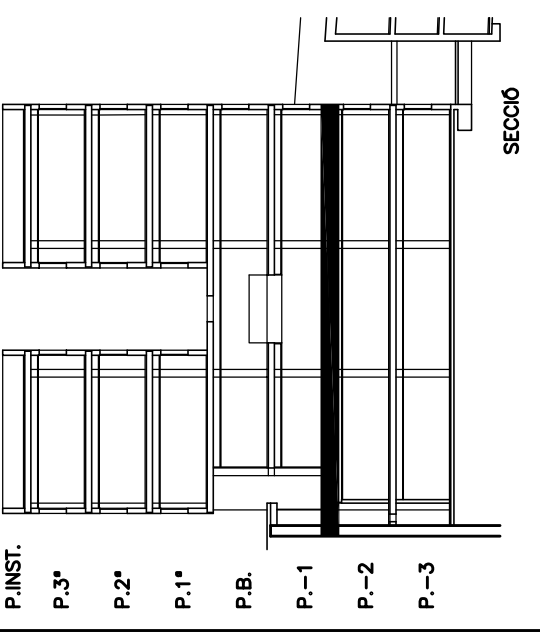
DISPOSICIÓ DE LES ARMADURES ALS NERVIS (RETICULAR)



DOBLEGAT D'ARMAT

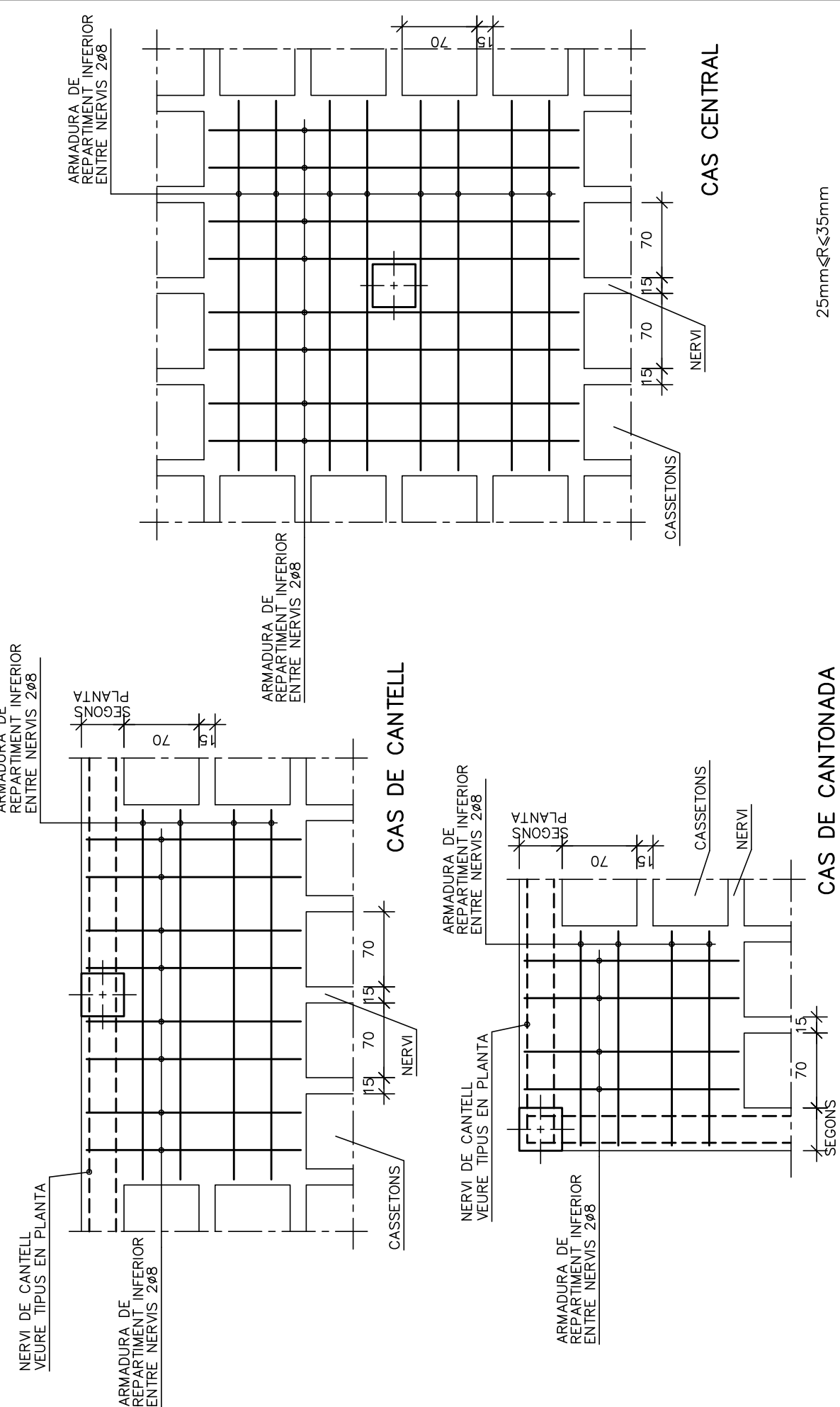


POSICIÓ





ARMAT BASIC INFERIOR CAPITELLS (DETALL GENERIC) E. 1:50



LONGITUD D'ANCORATGE I SOLAPAMENTS (cm)

HA-25	ANCORATGE A COMPRESIÓ	ANCORATGE A TRACCIÓ	SOLAPAMENT A COMPRESIÓ			POSICIÓ		
			A	B	C	A	B	C
Ø (mm)	6	15	22	30	44	27		
	8	20	29	40	58	36		
	10	25	36	50	72	45		
	12	30	43	60	86	54		
	16	40	57	80	114	72		
	20	60	84	120	168	108		
	25	94	132	188	264	169		
	32	154	215	308	430	277		

ACER:  
TIPUS: B-500-S  
LIMIT ELASTIC 500 N/mm<sup>2</sup>

POSICIONS:  
A: ARMAT SUPERIOR EN FORJATS I JASERES  
B: ARMAT SUPERIOR O LATERAL EN FORJATS I JASERES  
C: ARMAT VERTICAL EN PLATES I JASERES  
(SOLAPAMENTS A LA D.F. DE L'ELEMENT)

NOTES:  
1/ EN PER SOLAPAMENTS AMB PATILLA O CANVIO ES PODRAN REDUIR UN 30% ELS VALORS DE LA TALLA SI L'ARMADURA ESTÀ TRACCIÓ. 2/ PER SEPARACIONS ENTRE ARMADURES A DISTANCIES DE 10 CM, ELS VALORS DE LA COLUMNA "C" UN 30%. 3/ DISTANCIA MAXIMA ACCEPTABLE ENTRE BARRES A SOLAPAR: 4ø

NOTES

PROJECTE EXECUTIU  
BLOC E. EDIFICI OMEGA (A-0)  
ESTRUCTURA

EMPLAÇAMENT  
CAMPUS NORD UPC  
C/ JORDI GIRONA, SN  
BARCELONA

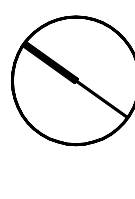
REF. DOCUMENT

ARMAT SUPERIOR SOSTRE P-2

ARQUITECTE

JAUME LLOBET LLOBET

REF. PROJECTE DATA ESCALA  
9522/E JUNY 2006 1/50

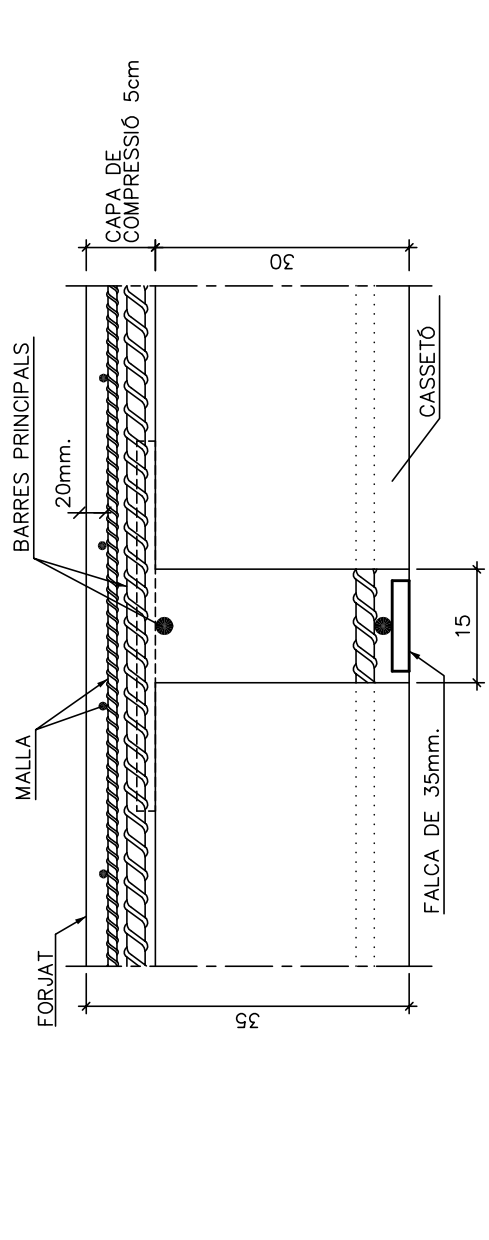


E.08

D.10 CARACTERISTIQUES DEL FORJAT RETICULAR (n=30+5cm)

TIPUS DE CASSETONS	FORMIGÓ
MIDES CASSETONS	30x70x23 cm
CANTELL	30+5 cm
AMPLADA NERVIS	15 cm
INTER-EX	85+85 cm
ARMADURA A LA CAPA DE COMPRESSIÓ: MALLA ELECTROSOLDADA #146-30x30 (B-500T)	
ARMADURA BASCA NERVIS: INFERIOR: #1412 (EN PLANTA NOMÉS S'INDIQUEN ELS REFORÇOS)	

DISPOSICIÓ DE LES ARMADURES ALS NERVIS (RETICULAR)



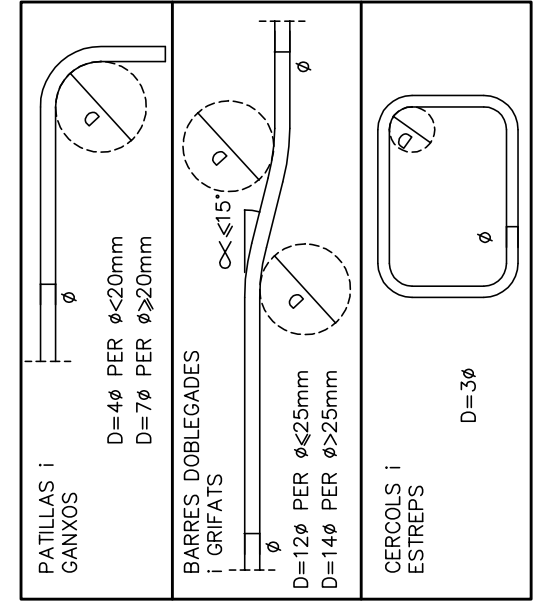
NORMES DE MUNTATGE (RETICULAR)

En els creuaments entre pilars i forjats, deurán muntar-se les armadures segons el detall de la figura. No s'admetrà forçar les armadures inferiors amb separadors d'alcada inferior a 35mm, i solament s'admetrà muntar-les amb separadors d'alcada superior entre 30 i 45mm, de distància a la cara superior del forjat. I solament s'admetran separadors d'alcada superior per la longitud i un altre per la transversal.  
Els forjats subjacents a nervis perimetral es faran sempre fora de l'habit d'aquests, i no s'admetran separadors d'alcada superior ni la seva armadura.  
Si hi ha forats nous que no figuren en aquests detalls, l'estructura consultarà a la D.F. abans de passar-los.

CRITERIS D'ARMAT (RETICULAR)

EL REPLANTEIG DE CASSETONS ES REALITZARÀ EN LES PLANTES DE DETALL DE LES PLANTES D'ENCORAT I ES DISPOSARAN LES SEGÜENTS ARMADURES:  
+GRANELLA A LA CAPA DE COMPRESSIÓ: #146-30x30  
+SOLAPAMENTS NO INFERIORS A 42cm.  
+NERVIS PERMETRALS DEL FORJAT:  
+SEGONS PLANTA D'ENCORAT.  
+ARMADURA BASCA DELS NERVIS: #12 INFERIOR  
+En tota la seva longitud.  
+SOLAPAMENTS NO INFERIORS A 84cm.  
+REFORÇOS SUPERIORS I INFERIORS:  
+SEGONS S'INDICA EN LES PLANTES D'ARMAT.  
+CHEUTETS DE BUNYONAMENT:  
+SEGONS S'INDICA AL DETALL DEL PLANAL D'ENCORAT.

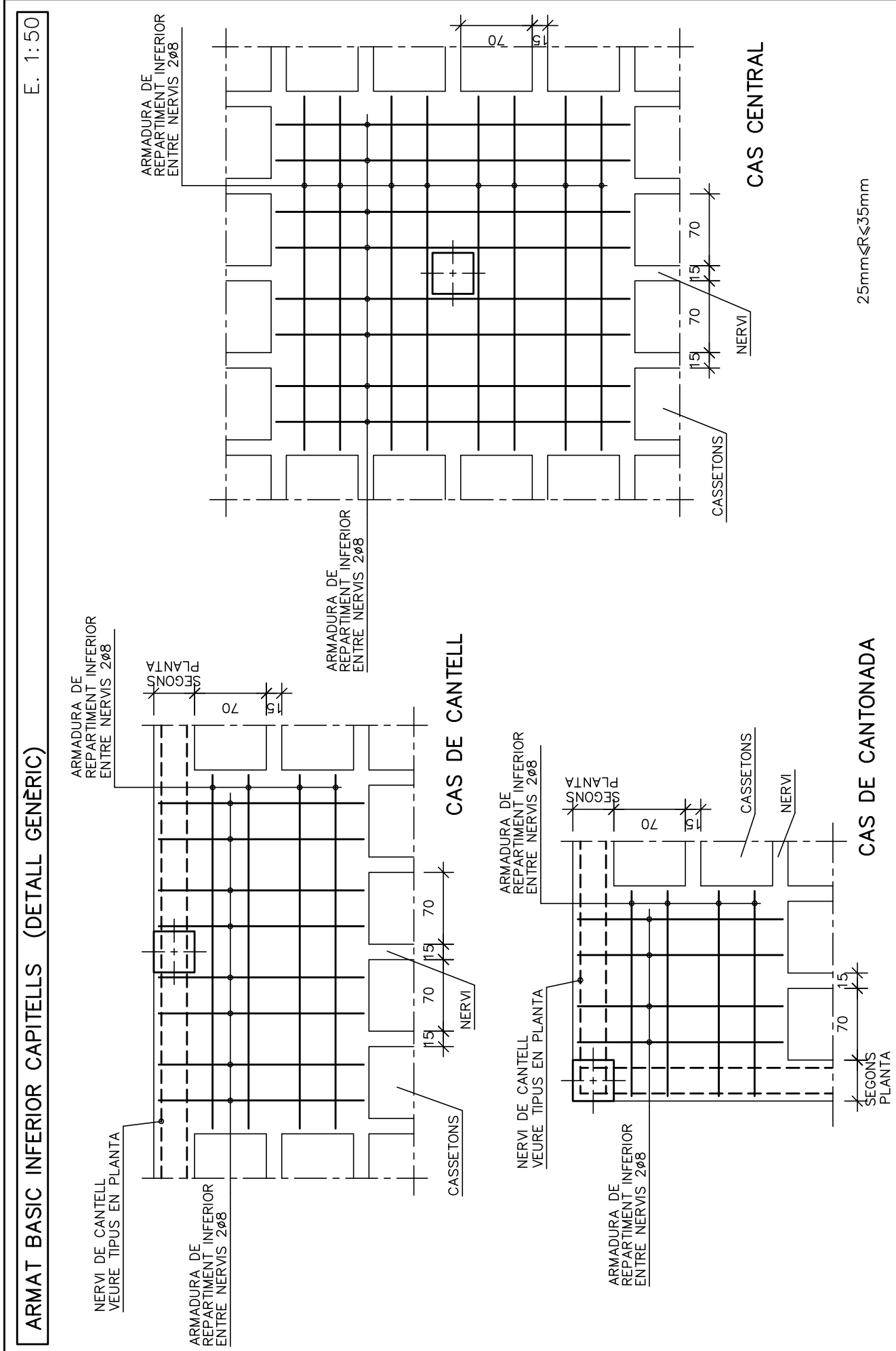
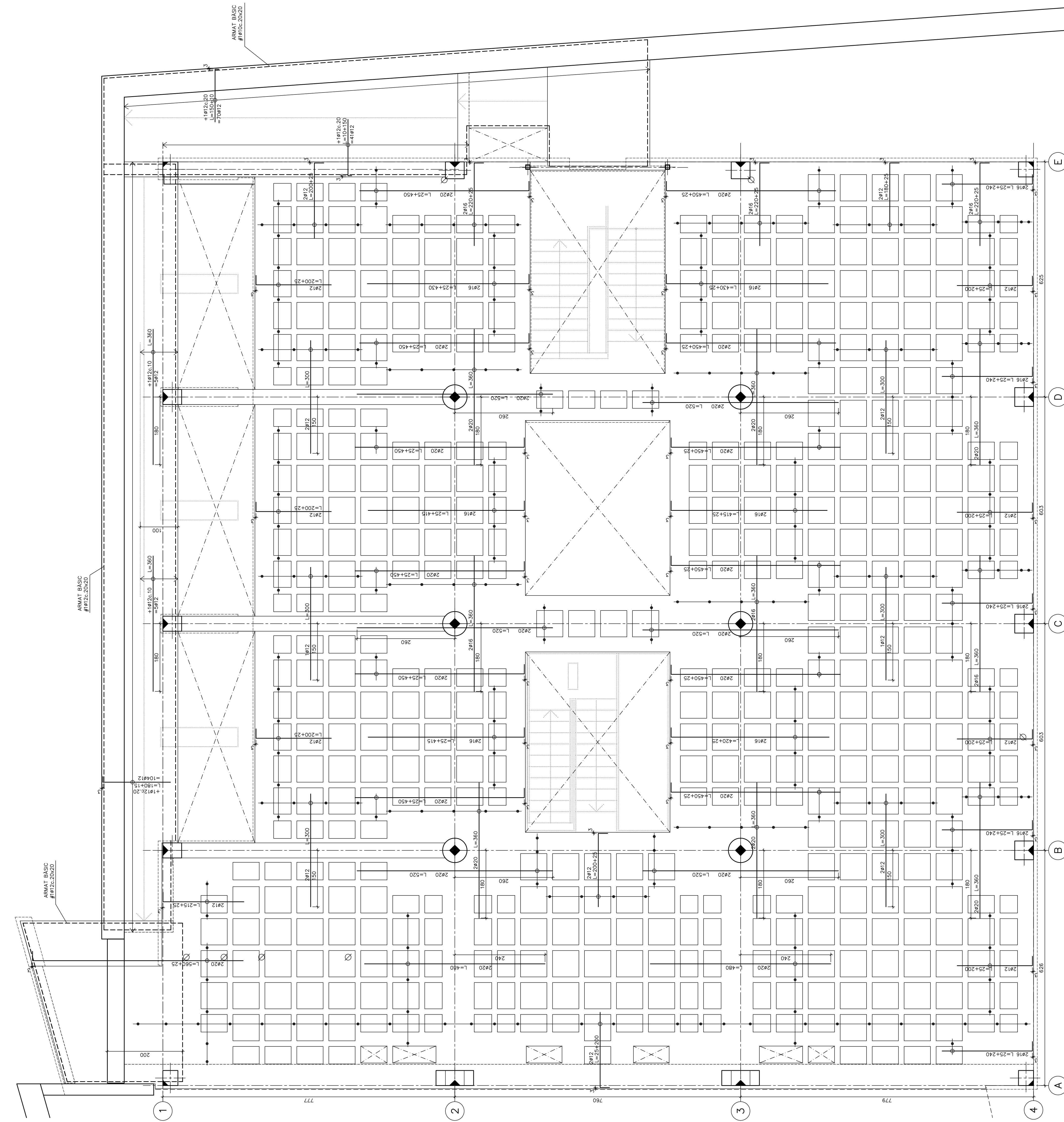
DOBLEGAT D'ARMAT











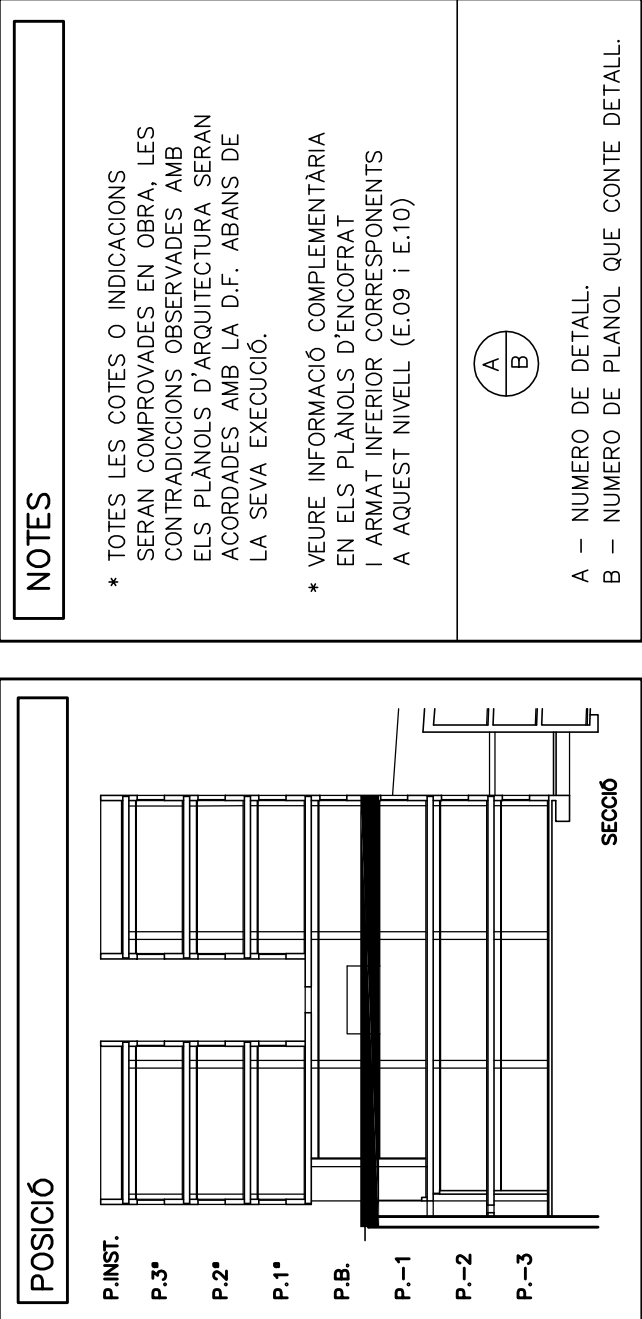
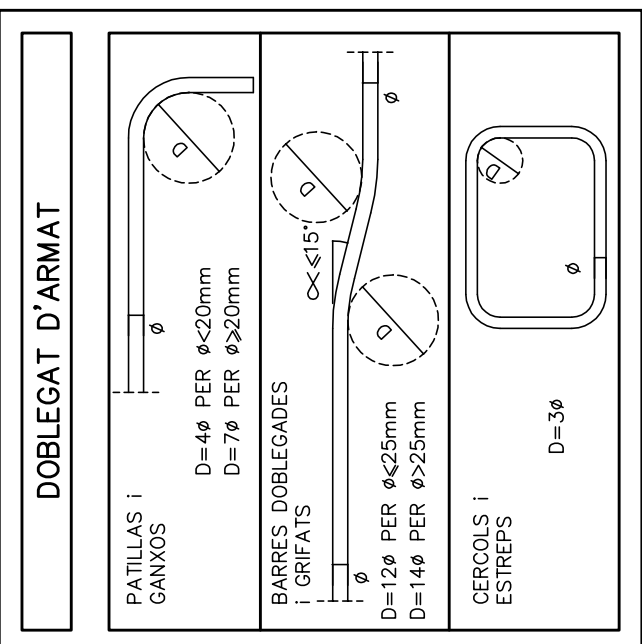
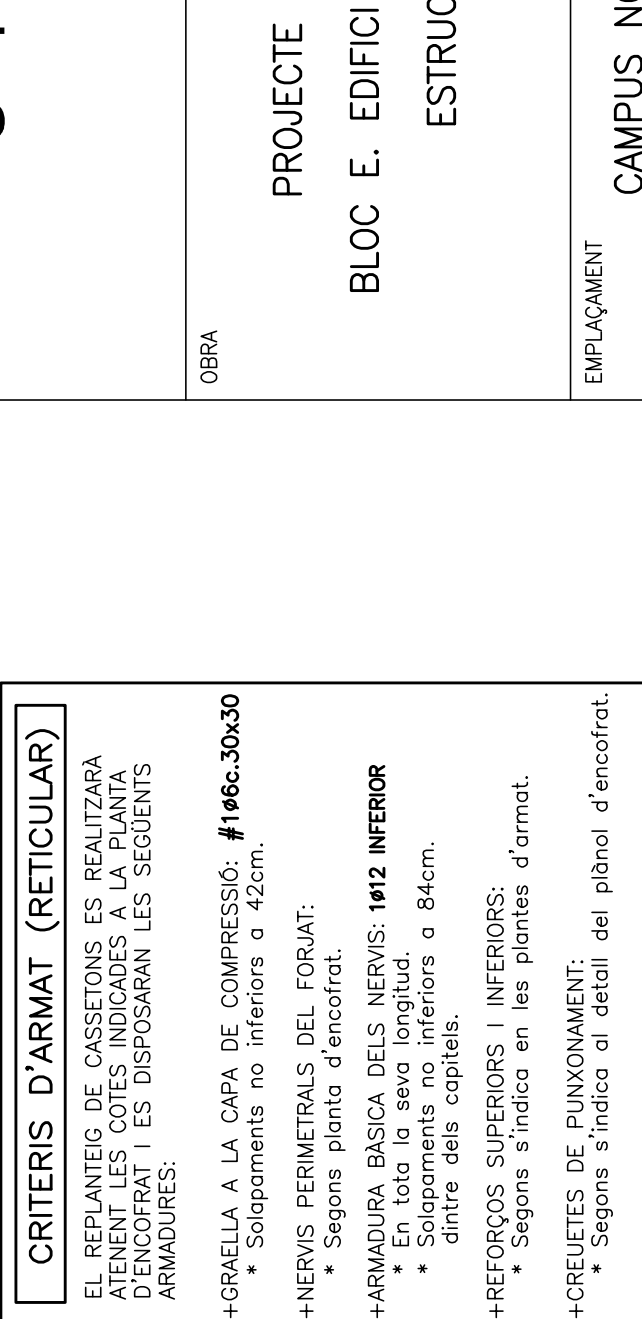
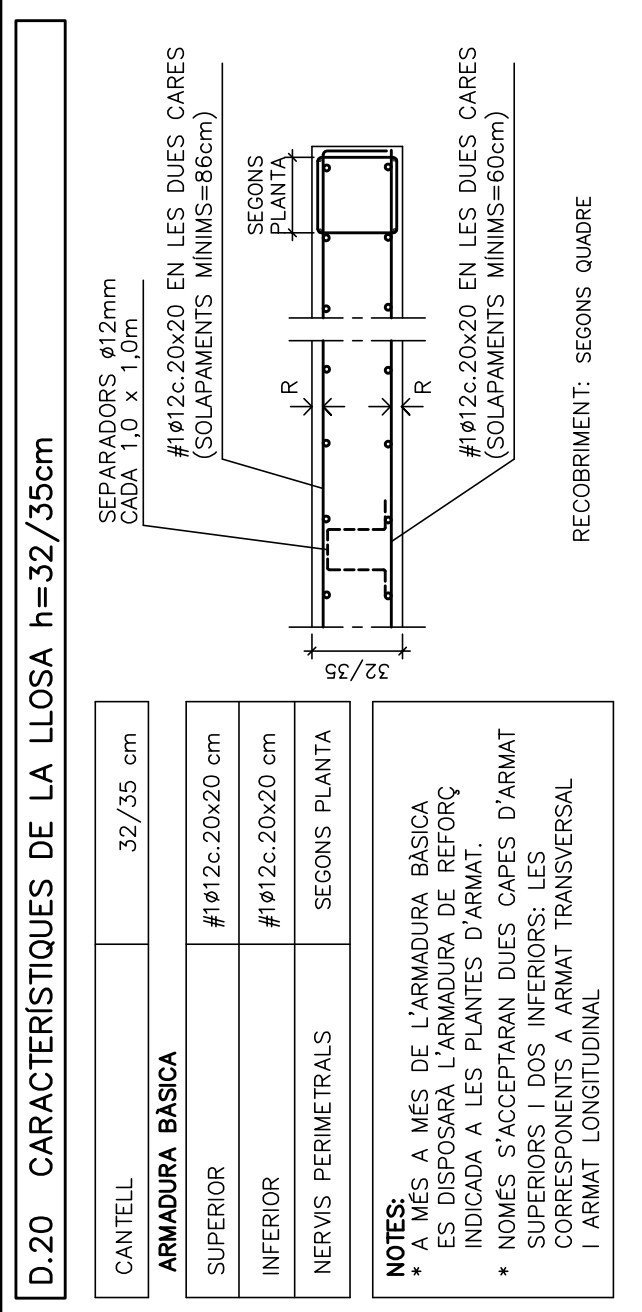
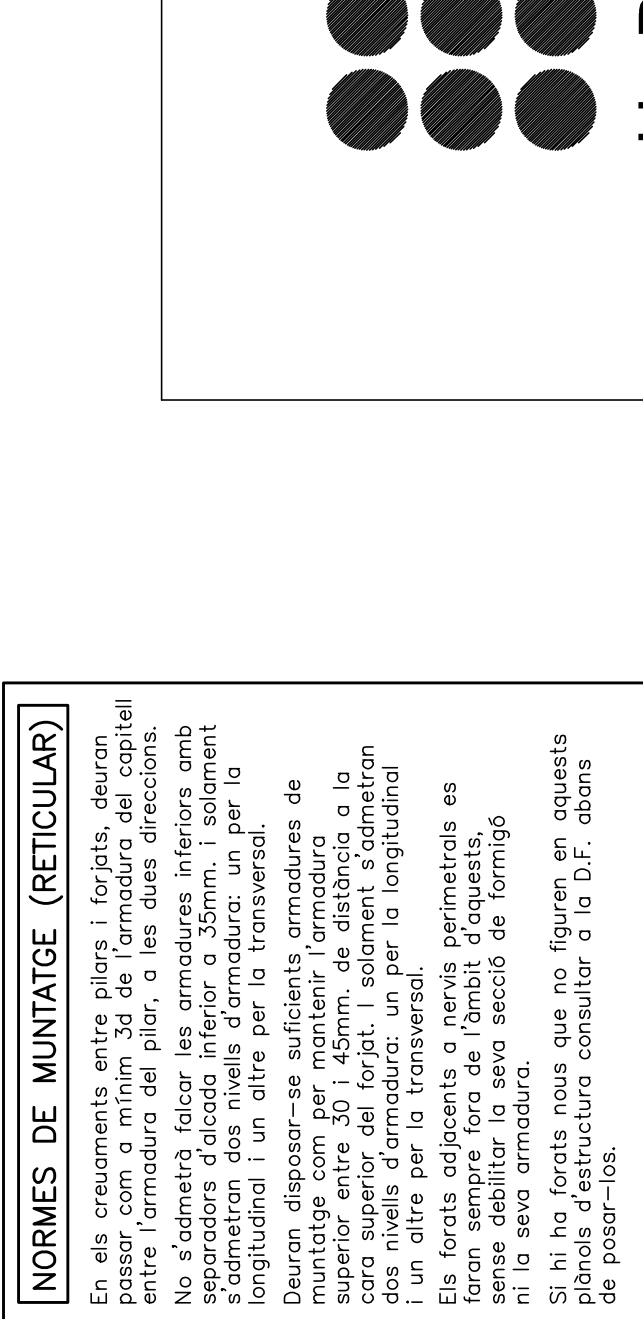
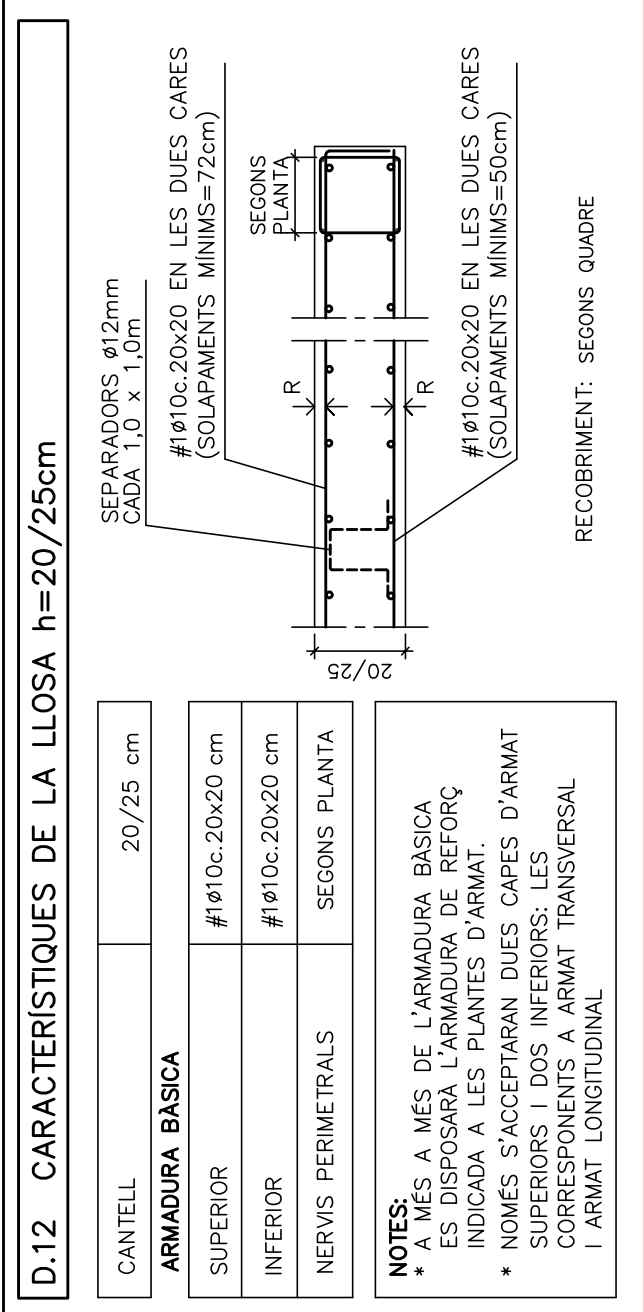
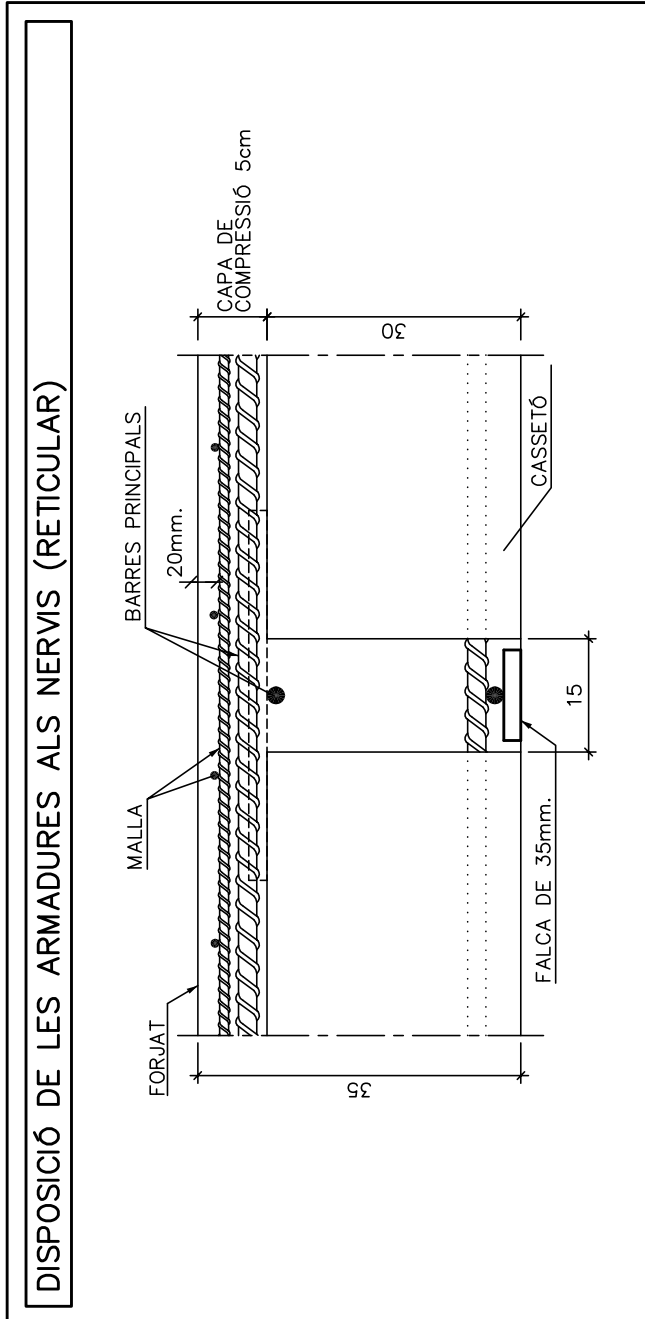
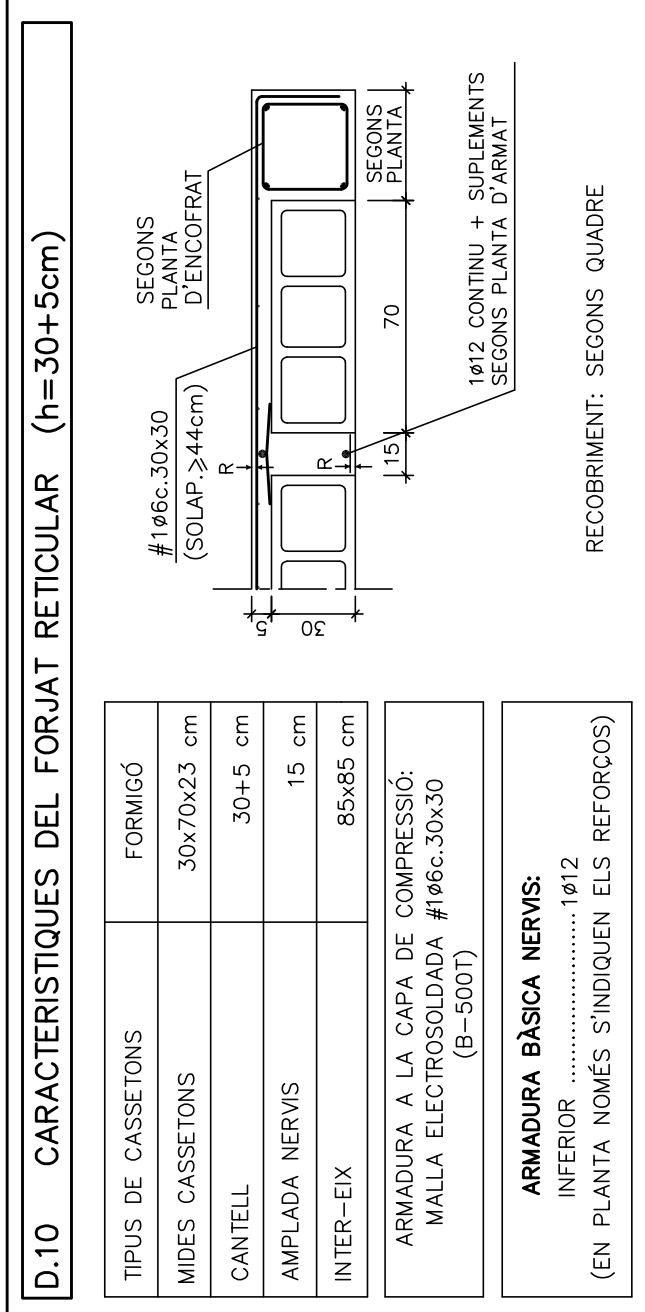
LONGITUD D'ANCORATGE I SOLAPAMENTS (cm)

HA-25 INVERTE AT-LE-6 ENF-38	INVERTE ANCORATGE A TRACZO ANCORATGE A TRACZO SOLAPAMENT A DORS	POSIGÜS			POSIGÜS				
		A	B	C	A	B	C		
	$\phi$ (mm)	6	15	22	30	44	27		
		8	20	29	40	58	36		
		10	25	36	50	72	45		
		12	30	43	60	86	54		
		16	40	57	80	114	72		
		20	60	84	120	168	108		
		25	94	132	188	264	169		
		32	154	215	308	430	277		

**ACER:**  
HA-250-S  
LÍMIT ELÀSTIC: 500 N/mm<sup>2</sup>

**POSICIONS:**  
A: ARBAT INTERIOR EN FORATS I JASSERES  
B: ARBAT SUPERIOR O LATERAL EN FORATS I JASSERES  
C: SOLAPAMENTS A LA BASE DE L'ELEMENT

**NOTES:**  
1/ EN EL CAS D'ACER AMB BATELLA O CANVIO DE SECCION REDUIR UN 20% ELS VALORS DE LA TALLA I L'AMIDAMENT ESTÀ TRACONADA.  
2/ PER SEPARACIONS ENTRE ARMADURES ELS VALORS DE LA COLUMNA "C" UN 20%  
3/ DISTÀNCIA MÀXIMA ACCEPTABLE ENTRE BARRES A SOLAPAR: 4d







ES PODRAN REDUIR UN 30% ELS VALORS DE LA TAULA SI L'ARMADURA ESTÀ TRACCIONADA.

3/ DISTANCIA MÁXIMA ACEPTABLE ENTRE  
BARRAS A SOLAPAR: 40

DOBLEGAT D'ARMAT	
<p><b>PAIL·LUS :</b> CANVES</p> <p>D=14a PER <math>\phi \geq 20mm</math></p>	<p><b>BARRES DOBLEGATES</b></p> <p>D=12a PER <math>\phi \geq 25mm</math></p>
<p><b>REBAR·LS :</b> ESTREPS</p> <p>D=3a</p>	

ARMAT BÀSIC INFERIOR (RETICULAR)

A MÉS DELS REFORÇOS INDICATS EN PLANTA, ES COL·LOCARAN REFORÇOS A TOTA LA SEVA LONGITUD, INCLÒS DINTRE DE CAPÍTELS I MASSISSATS AMB TERMINACIONS EN PATILLA. ELS SOLAPAMENTS NO SERAN INFERIORES A 70cm I ES FARAN A PROP DELS PILARS.


RECORRIMENT: SEGONS QUADRE

POSICIÓ

## NOTES

\* TOTES LES COTES O INDICACIONS  
DEBEN SER EN METRES. LES  
CONTRADICCIONS OBSERVABLES AMB  
ELS PLÀNOLS D'ARQUITECTURA SERAN  
ACORDADES AMB LA D.F. ABANS DE  
LA SEVA EXECUCIÓ.

\* VEURE INFORMACIÓ COMPLEMENTÀRIA  
EN ELS PLÀNOLS D'ENCOFRAT  
I ARMAT SUPERIOR CORRESPONENTS  
A AQUEST NIVELL (E.12 I E.14)



A – NÚMERO DE DETALL.  
B – NÚMERO DE PLÀNOL QUE CONTE DETALL.

IL REPLANTEIG DE CASSETONS ES REALITZARÀ TIENTEN LES COTES INDICADES A LA PLANTA D'ENCOFRAT I ES DISPOSARAN LES SEGUENTS ARMADURES:

**NOTES:**

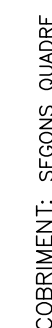
- 1/ EN PERLLONGACIONS AMB PATILLA O GANXO ES POORAN REDUIR UN 30% ELS VALORS DE LA TÀULA SI L'ARMADURA ESTÀ TRACCIONADA.
- 2/ PER SEPARACIONS ENTRE ARMADURES MAJORS DE 10" ES POORAN REDUIR ELS VALORS DE LA COLUMNA "C" UN 30%.
- 3/ DISTANCIA MÀXIMA ACCEPTABLE ENTRE

\* En tota la seva longitud.  
\* Solapaments no inferiors a 84cm.

- \* Segons s'indica al detall del plànol d'encofrat.

<p><b>PERILAS</b> CANALIS</p> <p>D=44 PER 425mm D=74 FER 425mm</p>	<p><b>BARRIS DOBLEGADAS</b> BARRIS</p> <p>D=124 PER 425mm D=146 FER 425mm</p>	<p><b>GEROLOS</b> ESTREPOS</p> <p>D=54</p>
--	---	--

A MÉS DELS REFORÇOS INDICATS EN PLANTA ES COL·LOCARAN **1012** COM ARMADURA CONTINUA INFERIOR DELS NERVIS EN TOTA LA SEVA LONGITUD, INCLÚS DINTRE DE CAPITELLS I MASSISSATS AMB TERMINACIONS EN PATILLA. ELS SOLAPAMENTS NO SERAN INFERIORS A 70cm I ES FARAN A PROP DELS PILARS.

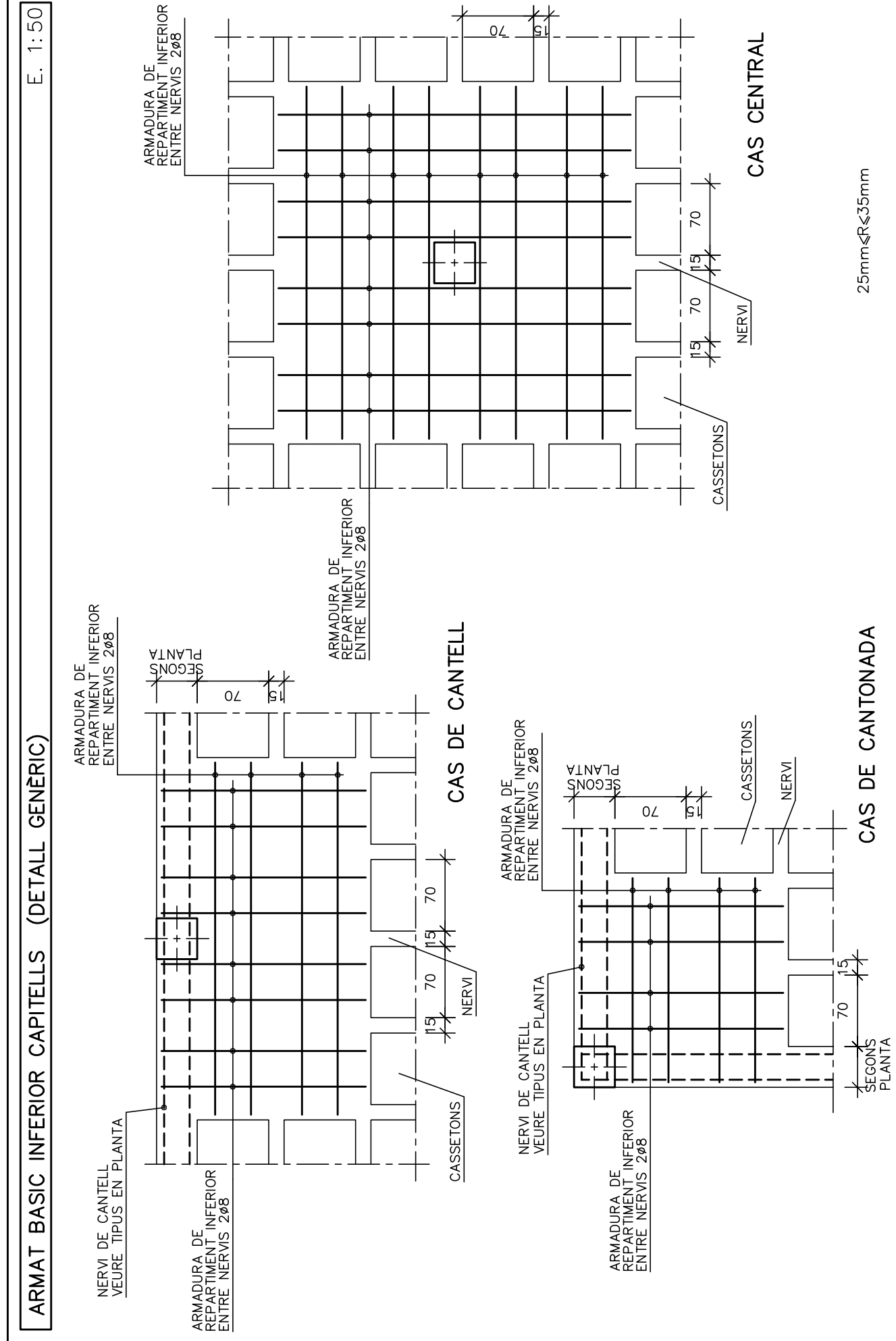
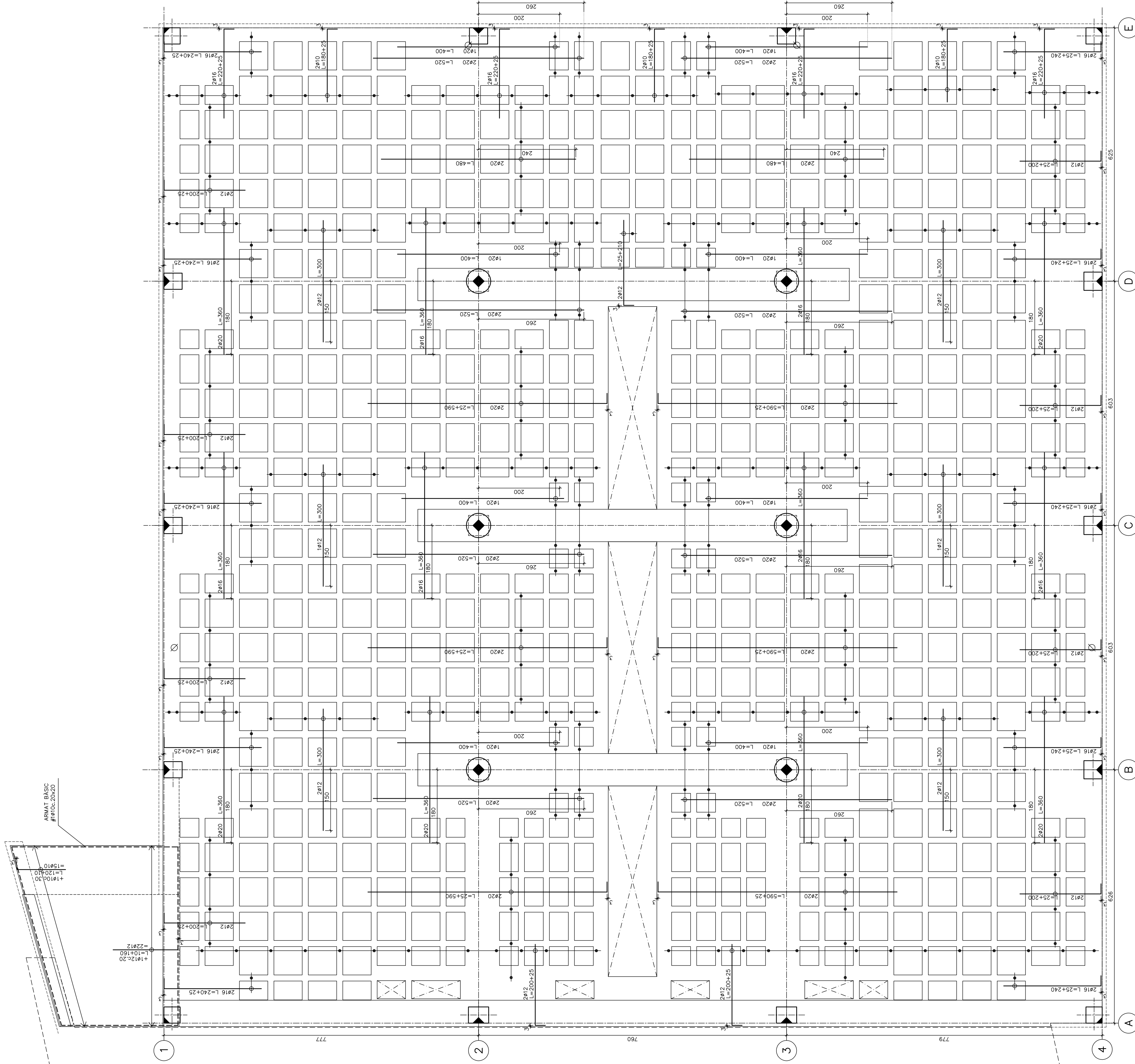


- TOTES LES COTES O INDICACIONS SERAN COMPROVADES EN OBRA, LES CONTRADICCIONS OBSERVADES AMB ELS PLANS D'ARQUITECTURA SERAN ACORDADES AMB LA D.F. ABANS DE LA SEVA EXECUCIÓ.
- VEURE INFORMACIÓ COMPLEMENTÀRIA EN ELS PLANS D'ENCORRAT I AMB SUPLENIDORS CORRESPONENTS A AQUEST NIVELL. (E-12 I E-14)

RO DE DETALL.







LONGITUD D'ANCORATGE I SOLAPAMENTS (cm)				
H4-25	INCORPORACIÓ A CONCRETE		SOLAPAMENT A TRACAT	
	H4-25		H4-25	
Ø (mm)	POSICIÓ		POSICIÓ	
	A	B	A	B
6	15	22	30	44
8	20	29	40	58
10	25	36	50	72
12	30	43	60	86
16	40	57	80	114
20	50	71	100	142
25	63	91	125	180
32	80	116	160	230

D.10 CARACTERÍSTIQUES DEL FORJAT RETICULAR (h=30+5cm)							
TIPUS DE CASSETONS	FORMIGÓ	SECCIONS PLANTA					
WIDES CASSETONS	30x70x23 cm	SECCIONS PLANTA					
CANTELL	30x15 cm	SECCIONS PLANTA					
AMPLADA NERVIS	15 cm	SECCIONS PLANTA					
INTER-EX	85x85 cm	SECCIONS PLANTA					
ARMADURA A LA CAPA DE COMPRESSIÓ: (B-500T)							
MALLA ELECTRODOLADA #166-30x30							
ARMADURA BASICA NERVIS: 1412							
(EN PLANTA NOMÉS S'INDIQUEN ELS REFORÇOS)							

D.10 CARACTERÍSTIQUES DEL FORAT RETICULAR (h=30÷5cm)	
TIPUS DE CASSETONS	FORMIGÓ
MIDES CASSETONS	30x70x23 cm
CANTELL	30÷5 cm
AMPLADA NERVIS	15 cm
INTER-EX	85÷85 cm
ARMADURA A LA CAPA DE COMPRESSIÓ: MALLA ELECTRIFICADORA: #16c-30x30 (B-500T)	
ARMADURA BASICA NERVIS: INFERIOR .....#12 (EN PLANTA NOMÉS S'INDICARAN ELS REFORÇOS)	

D.27 CARACTERÍSTIQUES DE LA LLOSA	
CANTELL	15 ÷ 20 cm
ARMADURA BASICA	
SUPERIOR	#100c-20x20 cm
INFERIOR	#100c-20x20 cm
NERVIS PERIMETRALS	SECCIONS PLANTA
NOTES: • A MÉS A MÉS DE L'ARMADURA BASICA ES DISPOSARÀ L'ARMADURA DE REFORÇ • NOMÉS S'ACCEPTARAN DUES CAPES D'ARMAT • SUPERIOR I DOS INFERIORS: LES CORRESPONDENTS A L'ARMAT TRANSVERSAL I ARMAT LONGITUDINAL	

Technical drawing of a rectangular slab with a central rectangular hole. The drawing shows the plan view with dimensions and section lines. The hole has a width of 70 cm and a depth of 15 cm. The slab has a total width of 85 cm and a total depth of 30 cm. The hole is offset from the edges by 5 cm. The drawing includes labels for the top and bottom reinforcement bars, the central hole, and the section lines. The text "SECCIONS D'ENCONTRAT" is written vertically on the right side of the drawing.

INSELLADA h=15 a 20cm							
CANTELL	15 a 20 cm	SECCIONS PLANTA					
ARMADURA BASICA	#100c-20x20 EN DUES CARES (SOLAPAMENTS MINUS=72cm)	SECCIONS PLANTA					
SUPERIOR	#100c-20x20 EN DUES CARES (SOLAPAMENTS MINUS=72cm)	SECCIONS PLANTA					
INFERIOR	#100c-20x20 EN DUES CARES (SOLAPAMENTS MINUS=50cm)	SECCIONS PLANTA					
NERVIS PERIMETRALS	#100c-20x20 EN DUES CARES (SOLAPAMENTS MINUS=50cm)	SECCIONS PLANTA					
NOTES:							
ES DISPOSARÀ L'ARMADURA BASICA A LA CAPA DE COMPRESSIÓ							
NOMÉS S'ACCEPTARAN DUES CAPES D'ARMAT							
CORRESPONDENTS A L'ARMAT TRANSVERSAL I ARMAT LONGITUDINAL							

D.12 CARACTERÍSTIQUES DE LA LLOSA h=20cm							
CANTELL	20 cm	SECCIONS PLANTA					
ARMADURA BASICA	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
SUPERIOR	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
INFERIOR	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
NERVIS PERIMETRALS	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
NOTES:							
ES DISPOSARÀ L'ARMADURA BASICA A LA CAPA DE COMPRESSIÓ							
NOMÉS S'ACCEPTARAN DUES CAPES D'ARMAT							
CORRESPONDENTS A L'ARMAT TRANSVERSAL I ARMAT LONGITUDINAL							

D.12 CARACTERÍSTIQUES DE LA LLOSA h=20cm	
CANTELL	20 cm
ARMADURA BASICA	
SUPERIOR	#100c-20x20 cm
INFERIOR	#100c-20x20 cm
NERVIS PERIMETRAIS	SECCIONS PLANTA
NOTES	SECCIONS PLANTA
EN LES MES DE L'ARMADURA BASICA ES DISPOSARÀ L'ARMADURA DE REFORÇ INDICADA A LES PLANTES D'ARMAT.	
NOMÉS S'ACCEPTARAN DUES CAPES D'ARMAT SUPERIOR I DUES INFERIOR.	
CORRESPONDENTS A ARMAT TRANSVERSAL I ARMAT LONGITUDINAL.	

SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	SECCIONS PLANTA
SECCIONS PLANTA	

D.12 CARACTERÍSTIQUES DE LA LLOSA h=20cm							
CANTELL	20 cm	SECCIONS PLANTA					
ARMADURA BASICA	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
SUPERIOR	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
INFERIOR	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
NERVIS PERIMETRALS	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
NOTES:							
ES DISPOSARÀ L'ARMADURA BASICA A LA CAPA DE COMPRESSIÓ							
NOMÉS S'ACCEPTARAN DUES CAPES D'ARMAT							
CORRESPONDENTS A L'ARMAT TRANSVERSAL I ARMAT LONGITUDINAL							

D.12 CARACTERÍSTIQUES DE LA LLOSA h=20cm							
CANTELL	20 cm	SECCIONS PLANTA					
ARMADURA BASICA	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
SUPERIOR	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
INFERIOR	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
NERVIS PERIMETRALS	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
NOTES:							
ES DISPOSARÀ L'ARMADURA BASICA A LA CAPA DE COMPRESSIÓ							
NOMÉS S'ACCEPTARAN DUES CAPES D'ARMAT							
CORRESPONDENTS A L'ARMAT TRANSVERSAL I ARMAT LONGITUDINAL							

DISPOSITIO DE LES ARMADURES ALS NERVIS (RETICULAR)	

CIBRA		PROJECTE EXECUTIU BLOC E. EDIFICI OMEGA (A-0) ESTRUCTURA	EMPLAÇAMENT
-------	--	--	-------------

D.12 CARACTERÍSTIQUES DE LA LLOSA h=20cm							
CANTELL	20 cm	SECCIONS PLANTA					
ARMADURA BASICA	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
SUPERIOR	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
INFERIOR	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
NERVIS PERIMETRALS	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
NOTES:							
ES DISPOSARÀ L'ARMADURA BASICA A LA CAPA DE COMPRESSIÓ							
NOMÉS S'ACCEPTARAN DUES CAPES D'ARMAT							
CORRESPONDENTS A L'ARMAT TRANSVERSAL I ARMAT LONGITUDINAL							

DOBLEGAT D'ARMAT	
<p>PATILLAS i GANXOS D=4s PER s&lt;20mm D=7s PER s&gt;20mm</p> <p>BARRES DOBLEGADES i ORFATS s</p> <p>CERÇOLS i ESTREPS D=3s</p>	<p>POSICIÓ</p> <p>PLANT.</p> <p>P.3*</p> <p>P.2*</p> <p>P.1*</p> <p>P.B.</p> <p>P.-1</p> <p>P.-2</p> <p>P.-3</p>
NOTES	
<ul style="list-style-type: none"><li>* TOTES LES COTES O INDICACIONS SERAN COMPROVATES EN OBRA, LES COTES DE LA PLANTA SERAN COMPROVATES EN OBRA, LES</li></ul>	

C/ JORDI GIRONA, 5N BARCELONA			
REF. DOCUMENT	ARMAT SUPERIOR SOSTRE P. BAIXA		
ARQUITECTE			
JAUME LLOBET LLOBET			
REF. PROJECTE	DATA	ESCALA	1/50
		JUNY 2006	
		0522 /E	

D.12 CARACTERÍSTIQUES DE LA LLOSA h=20cm							
CANTELL	20 cm	SECCIONS PLANTA					
ARMADURA BASICA	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
SUPERIOR	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
INFERIOR	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
NERVIS PERIMETRALS	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
NOTES:							
ES DISPOSARÀ L'ARMADURA BASICA A LA CAPA DE COMPRESSIÓ							
NOMÉS S'ACCEPTARAN DUES CAPES D'ARMAT							
CORRESPONDENTS A L'ARMAT TRANSVERSAL I ARMAT LONGITUDINAL							

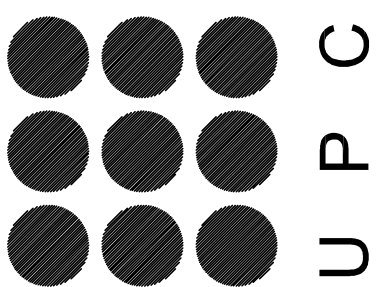
D.12 CARACTERÍSTIQUES DE LA LLOSA h=20cm							
CANTELL	20 cm	SECCIONS PLANTA					
ARMADURA BASICA	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
SUPERIOR	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
INFERIOR	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
NERVIS PERIMETRALS	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
NOTES:							
ES DISPOSARÀ L'ARMADURA BASICA A LA CAPA DE COMPRESSIÓ							
NOMÉS S'ACCEPTARAN DUES CAPES D'ARMAT							
CORRESPONDENTS A L'ARMAT TRANSVERSAL I ARMAT LONGITUDINAL							

D.12 CARACTERÍSTIQUES DE LA LLOSA h=20cm							
CANTELL	20 cm	SECCIONS PLANTA					
ARMADURA BASICA	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
SUPERIOR	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
INFERIOR	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
NERVIS PERIMETRALS	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
NOTES:							
ES DISPOSARÀ L'ARMADURA BASICA A LA CAPA DE COMPRESSIÓ							
NOMÉS S'ACCEPTARAN DUES CAPES D'ARMAT							
CORRESPONDENTS A L'ARMAT TRANSVERSAL I ARMAT LONGITUDINAL							

D.12 CARACTERÍSTIQUES DE LA LLOSA h=20cm							
CANTELL	20 cm	SECCIONS PLANTA					
ARMADURA BASICA	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
SUPERIOR	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
INFERIOR	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
NERVIS PERIMETRALS	#100c-20x20 cm	SECCIONS PLANTA					
NOTES:							
ES DISPOSARÀ L'ARMADURA BASICA A LA CAPA DE COMPRESSIÓ							
NOMÉS S'ACCEPTARAN DUES CAPES D'ARMAT							
CORRESPONDENTS A L'ARMAT TRANSVERSAL I ARMAT LONGITUDINAL							

D.12 CARACTERÍSTIQUES DE LA LLOSA h=20cm				
CANTELL	20 cm			





# PROJECTE EXECUTIU

BLOC E. EDIFICI OMEGA (A-0)

## ESTRUCTURA

CAMPUS NORD UPC  
C/ JORDI GIRONA, SN  
BARCELONA

REF. DOCUMENT

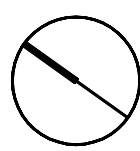
SOSTRE P. PRIMERA I SEGONA

ARQUITECTO

JAUME LLOBET LLOBET

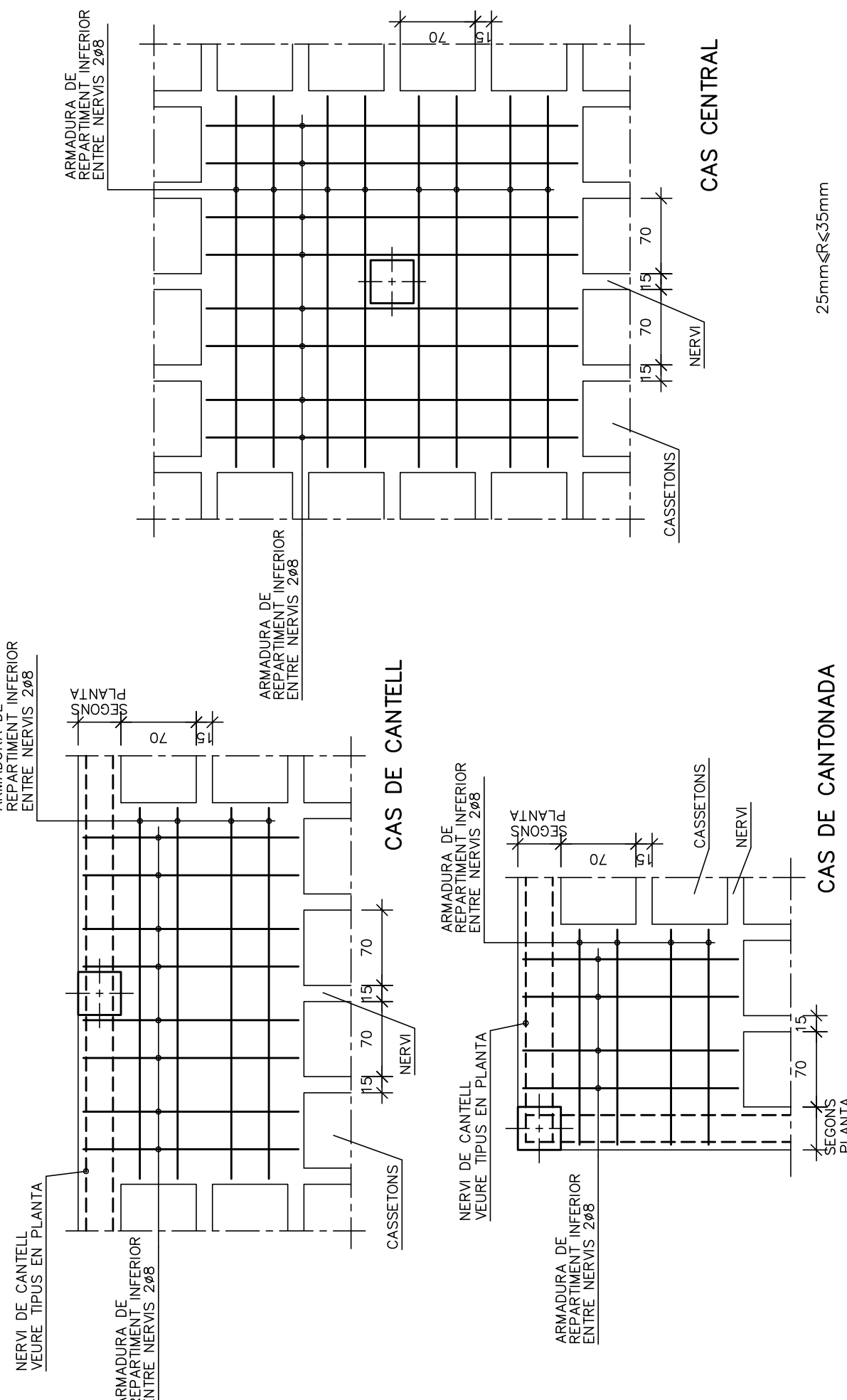
REF. PROJETE	DATA	ESCALA
--------------	------	--------

JUNY



ARMAT BASIC INFERIOR CAPITELLS (DETALL GENÈRIC)

E. 1:50



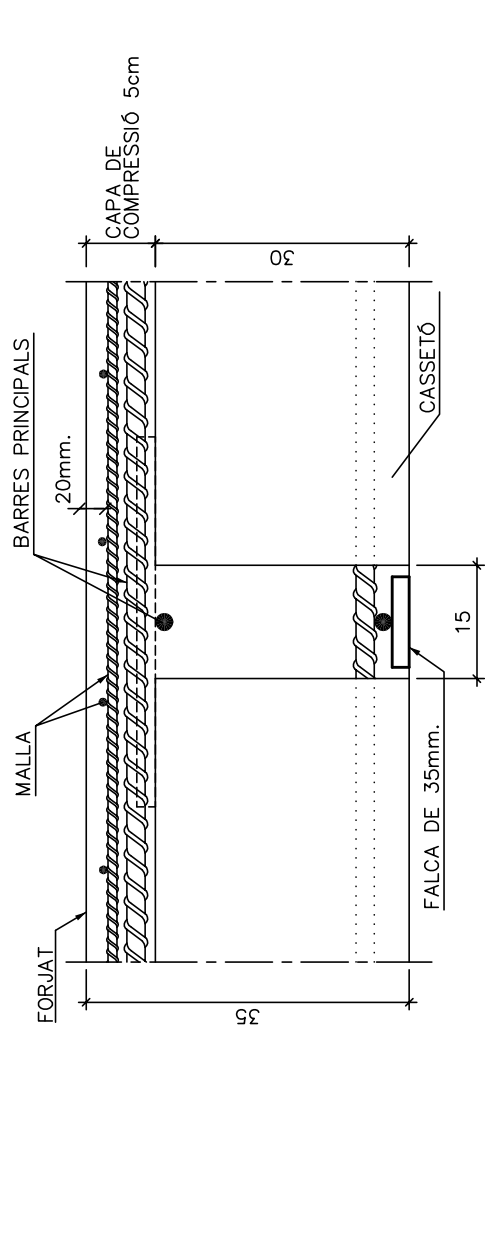
## D.10 CARACTERISTQUES DEL FORJAT RETICULAR (h=30+5cm)

TIPUS DE CASSETONS	FORMIGÓ
MIDES CASSETONS	30x70x23 cm
CANTELL	30+5 cm
AMPLADA NERVIS	15 cm
INTER-EIX	85x85 cm
ARMADURA A LA CAPA DE COMPRESSIÓ:	

ARMADURA A LA CAPA DE COMPRESIÓ:

ARMADURA BÀSICA NERVIS:  
INFERIOR .....1ø12  
(EN PLANTA NOMÉS S'INDIQUEN ELS REFORÇOS)

## DISPOSICIÓN DE LES ARMADURES ALS NERVIS (RETICULAR)



## NORMES DE MUNTATGE (RETICULAR)

[illegible]

**CRITERIS D'ARMAT (RETICULAR)**

EL REPLANTIJO DE CASÇONS ES REALITZARÀ  
DENTRE LES COTES INDICADES A LA PLANTA  
D'ENFONÇAT I LES DISPOSARAN LES SEGÜENTS  
ANUENÇES:

**GRANDELLA A LA CAPA DE COMPRESSIÓ: # 146, 30x30x30**

- Solapaments no inferiors a 42cm.

**NERVIS PERIMETRALS DEL FORAT:**

- Segons planta d'enfocat.

**NERVIS PERIMETRALS DEL FORAT:**

- Segons planta d'enfocat.

**PARQUAMURA, BÀSICA DELS NERVIS: 142 INFERIOR**

- En tota la seva longitud.
- Solapaments no inferiors a 40cm.

**REFORÇOS SUPERIORS I INFERIORS:**

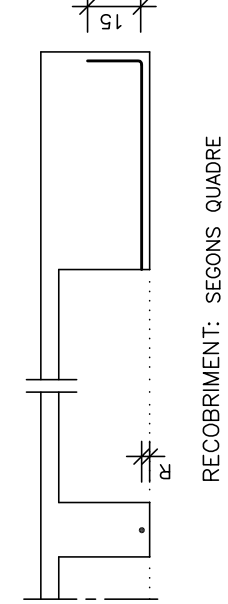
- Segons s'indica en les puntes d'armat.

**PRELLEUS DE PUNXONAMENT:**

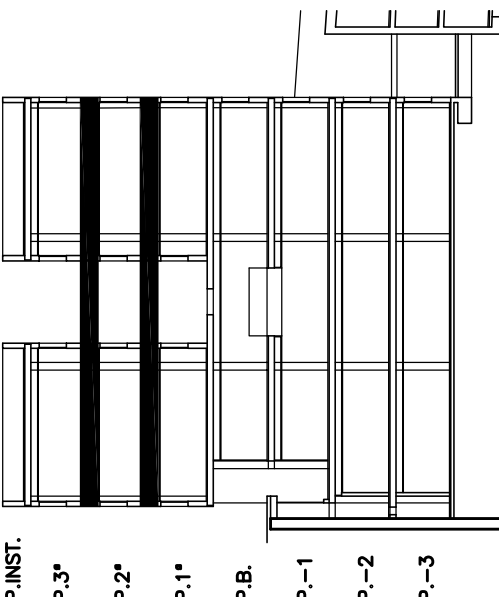
- Segons s'indica al detall del plànol "enfocat"

**ARMAT BÀSIC INFERIOR (RETICULAR)**

A MÉS DELS REFORÇOS INDICATS EN PLANTA ES COL·LOCARAN **1612** COM ARMADURA CONTINUA INFERIOR DELS NERVIS EN TOTA LA SEVA LONGITUD, INCLOS DINTRE DE CAPITELLS I MASSISSOS AMB TERMINACIONS EN PATILLA. ELS SOLAPAMENTS NO SERAN INFERIORES A 70cm I ES FARAN A PROP DELS PILARS.



## POSITION



## NOTES

- \* TOTES LES COTES O INDICACIONS SERAN COMPROVDES EN OBRA, LES CONTRADICCIONS OBSERVDES AMB ELS PLANS D'ARQUITECTURA SERAN ACORDADES AMB LA D.F. ABANS DE LA SEVA EXECUCIÓ.
- \* VEURE INFORMACIÓ COMPLEMENTÀRIA EN ELS PLANS D'ENCOFRAT I ARMAT SUPERIOR CORRESPONENTS A AQUEST NIVELL (E.15 I E.17)

A - NUMERO DE DETALL.

B - NUMERO DE PLANOL QUE CONIENE DETALL.

ARMA  
E.1:50  
COTA S  
COTA F

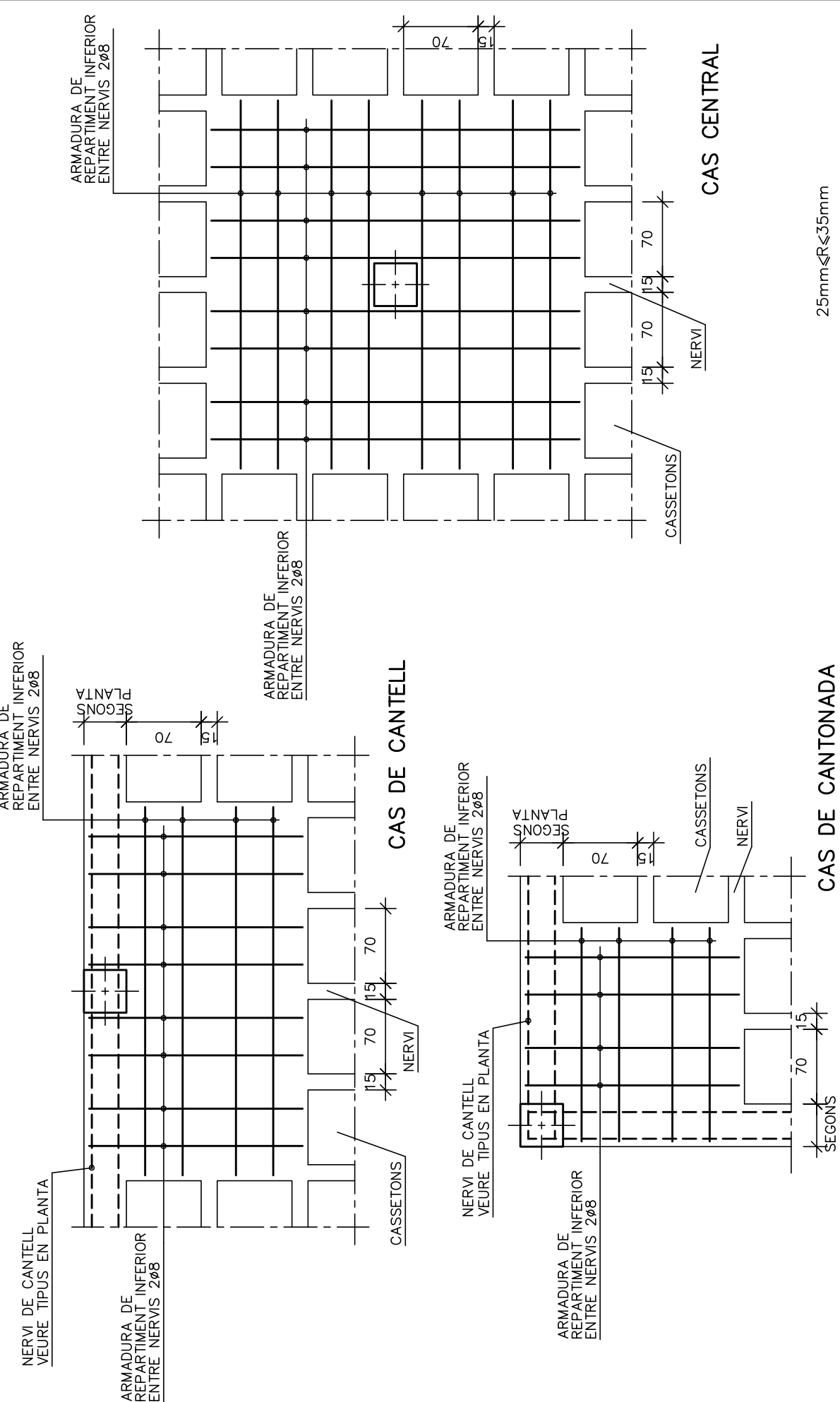
ARMA  
E.1:50  
COTA S  
COTA F

ARMA  
E.1:50  
COTA S  
COTA F

ARMA  
E.1:50  
COTA S  
COTA F



ARMAT BASIC INFERIOR CAPITELLS (DETALL GENERAL) E. 1:50



LONGITUD D'ANCORATGE I SOLAPAMENTS (cm)

HA-25 ARL66.6 E1E-SB	ANCORATGE A COMPRESSIÓ ANCORATGE A TRACCIÓ SOLAPAMENT A COMPRESSIÓ SOLAPAMENT A TRACCIÓ			POSICIÓ		
	A	B	C	A	B	C
Ø (mm)	6	15	22	30	44	27
	8	20	29	40	58	36
	10	25	36	50	72	45
	12	30	43	60	86	54
	16	40	57	80	114	72
	20	60	84	120	168	108
	25	94	132	188	264	169
	32	154	215	308	430	277

ACER:  
TIPOS: B-500-S  
LIMIT ELASTIC 500 N/mm<sup>2</sup>

POSICIONS:  
A: ARMAT SUPERIOR EN FORJATS I JASERES  
B: ARMAT SUPERIOR O LATERAL EN FORJATS I JASERES  
C: ARMAT VERTICAL EN PLATES I MURS  
(SOLAPAMENTS A LA BARRA DE TALLAMENT)

NOTES:  
1/ EN PERILS D'ANCORATGE, AMB PATILLA O CANVIO ES PODRAN REDUIR UN 30% ELS VALORS DE LA TALLA SI L'ARMADURA ESTÀ TRACCIÓMADA.  
2/ PER SEPARACIONS ENTRE ARMADURES, ELS VALORS DE LA COLUMNA "C" UN 50% S'APLICARAN.  
3/ DISTÀNCIA MÀXIMA ACCEPTABLE ENTRE BARRES A SOLAPAR: 4ø

NOTES

• TOTES LES COTES O INDICACIONS SERAN COMPROVABLES EN OBRA. LES CONTRADICCIONS OBSERVABLES AMB ELS PLÀNOLS D'ARQUITECTURA SERAN RESOLTES PER LA D.F. ABANS DE LA SEVA EXECUCIÓ.

• VEURE INFORMACIÓ COMPLEMENTÀRIA EN ELS PLÀNOLS D'ENCORFAT I D'ENCORFAT I LES DISPOSARAN LES SEGÜENTS A AQUEST NIVELL (E-15 I E-16)

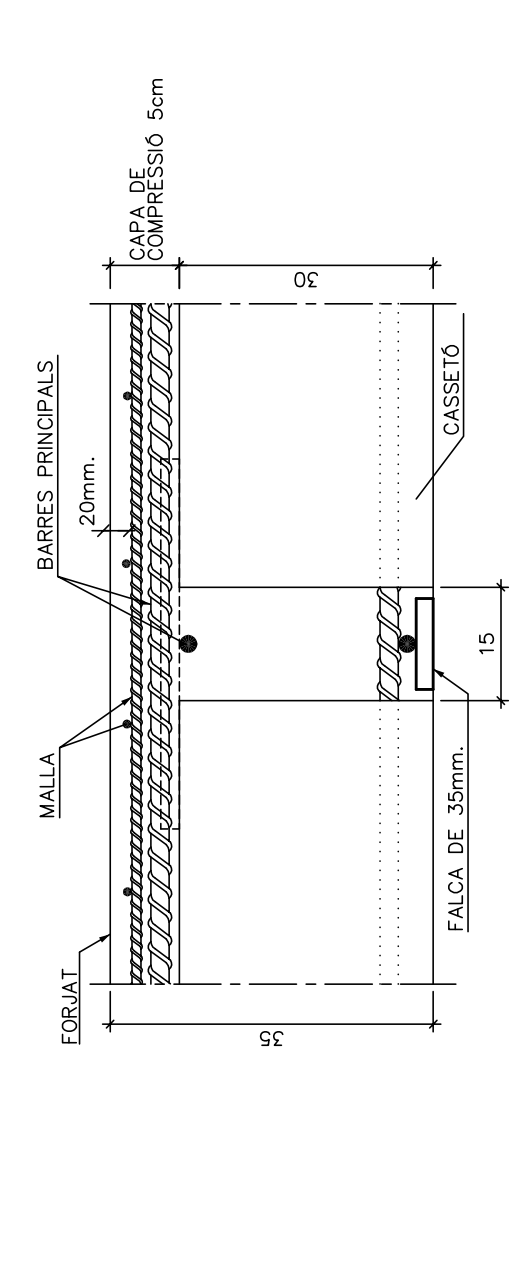
A B

A - NÚMERO DE DETALL  
B - NÚMERO DE PLÀNOL QUE CONTE DETALL

D.10 CARACTERÍSTIQUES DEL FORJAT RETICULAR (n=30+5cm)

TIPUS DE CASSETONS	FORMIGÓ
MIDES CASSETONS	30x70x23 cm
CANTELL	30+5 cm
AMPLADA NERVIS	15 cm
INTER-EX	85+85 cm
ARMADURA A LA CAPA DE COMPRESSIÓ: MALLA ELECTRODOLADA #166-30x30 (B-500T)	
ARMADURA BASCA NERVIS: INFERIOR: .....1412 (EN PLANTA NOMÉS S'INDIQUEN ELS REFORÇOS)	

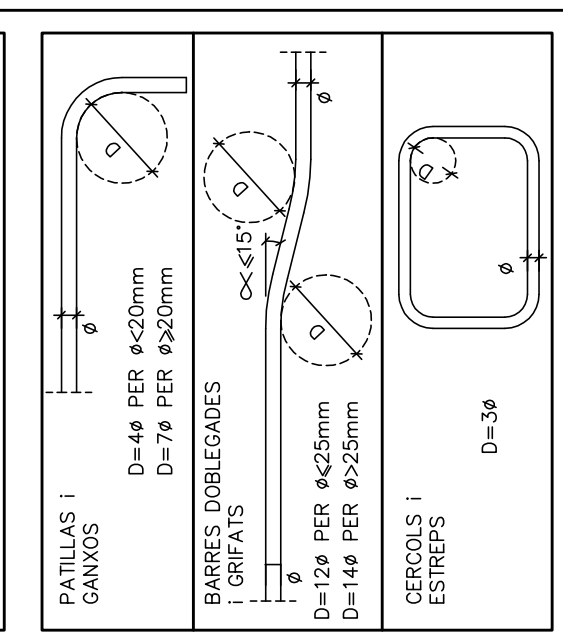
DISPOSICIÓ DE LES ARMADURES ALS NERVIS (RETICULAR)



NORMES DE MUNTATGE (RETICULAR)

En els creuaments entre plors i forjats, deuran muntar-se les armadures de la següent manera: No s'admetrà forçar les armadures inferiors amb separadors d'altura inferior a 35mm, i solament s'admetrà el forjat superior per la longitud i un altre per la transversal. Deuran disposar-se suficients armadures de reforç per la longitud i un altre per la transversal, superior entre 30 i 45mm, de distància a la cara superior del forjat. I solament s'admetran les armadures de reforç per la longitud i un altre per la transversal, inferiors a 84cm. Els forjats adjacents a nervis perimetral es faran sempre fora de l'entorn d'aquests, i no hi haurà cap barra de reforç de forjat ni la seva armadura. Si hi ha forjats nous que no figuren en aquests plànols, la seva armadura s'ha de consultar a la D.F. abans de posar-los.

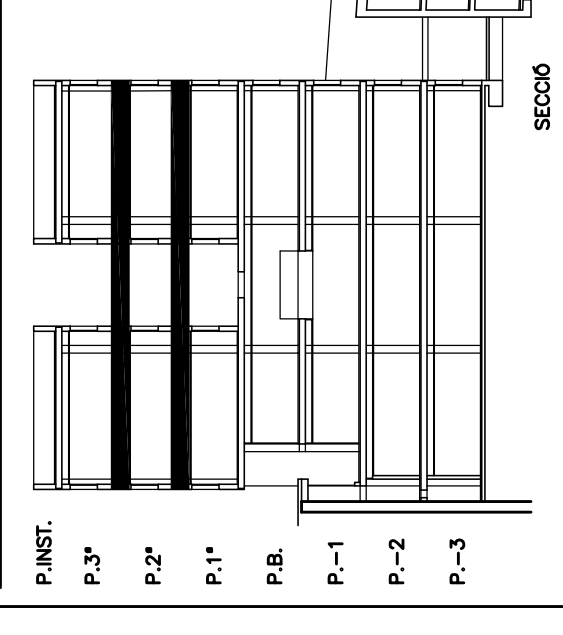
DOBLEGAT D'ARMAT



CRITERIS D'ARMAT (RETICULAR)

EL REPLANTEIG DE CASSETONS ES REALITZARÀ EN CONJUNT AMB L'ARQUITECTURA I S'INDICARÀ D'ENCORFAT I LES DISPOSARAN LES SEGÜENTS ARMADURES:  
+GRANELLA A LA CAPA DE COMPRESSIÓ: #146-30x30  
• Solapaments no inferiors a 42cm.  
+NERVIS PERMETRALS DEL FORJAT:  
• Segona planta d'encorfat.  
+ARMADURA BASCA DELS NERVIS: 1412 INFERIOR  
• En tota la seva longitud.  
• Solapaments no inferiors a 84cm.  
+REFORÇOS SUPERIORS I INFERIORS:  
• Segona s'indica en les plantes d'armat.  
+CERCLES DE RINCONAMENT:  
• Segona s'indica al detall del plànol d'encorfat.

POSICIÓ



ARMAT SUPERIOR SOSTRE PLANTA PRIMERA I SEGONA

E-150 SUP. FORJAT: +98.15/-101.85  
COTA PAV. ACERAT: +98.42/-101.92

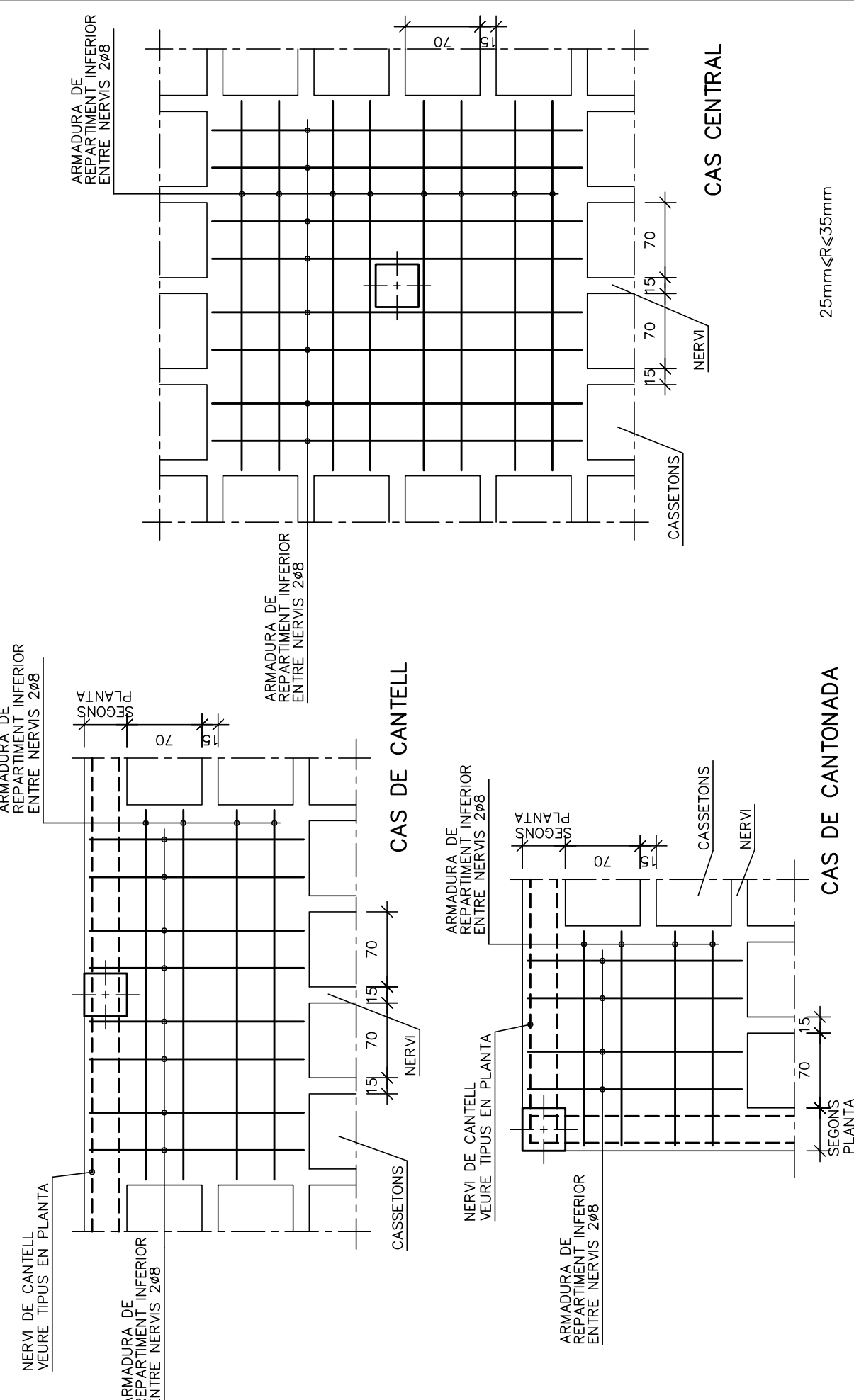






E. 1:50

ARMAT BASIC INFERIOR CAPITELLS (DETALL GÈNERIC)



LONGITUD D'ÀNCORATGE I SOLAPAMENTS (cm)

HA-25	ACOBRAJE A COMP. ARMADURA A TRACCIÓ	ACOBRAJE A TRACCIÓ SUPLEMENT A COMP.	POSICIÓ					
			A	B	A	B	C	
Ø (mm)			6	15	22	30	44	27
			8	20	29	40	58	36
			10	25	36	50	72	45
			12	30	43	60	86	54
			16	40	57	80	114	72
			20	60	84	120	168	108
			25	94	132	188	264	168
			32	154	215	308	430	277

ACER:  
TIPUS: B-500-S  
LÍMIT ELÀSTIC 500 N/mm<sup>2</sup>

POSICIONS:  
A: ARMAT INFERIOR EN FORJATS I JASERES  
B: ARMAT SUPERIOR O LATERAL EN FORJATS I JASERES  
C: ARMAT VERTICAL EN PLATÈS MURS  
(SOLAPAMENTS A LA BASE DE L'ELEMENT)

NOTES:

- 1/ EN PER SOLAPACIONS AMB PATILLA O CANUO ES PODRAN REDUIR UN 30% ELS VALORS DE LA TALLA SI L'ARMADURA ESTÀ TRACCIOMADA.
- 2/ PER SEPARACIONS ENTRE ARMADURES A DISTÀNCIES SUPERIORES A 10 CM, ELS VALORS DE LA COLUMNA "C" UN 30%.
- 3/ DISTÀNCIA MÀXIMA ACCEPTABLE ENTRE BARRES A SOLAPAR: 4ø

NOTES

\* TOTES LES COTES O INDICACIONS  
S'ENTENDEU QUE S'APLIQUEN A TOTES  
ELS PLANS D'ARQUITECTURA SERAN  
ACORDADES AMB LA D.F. ABANS DE  
LA SEVA EXECUCIÓ.

\* VEURE INFORMACIÓ COMPLEMENTÀRIA  
EN ELS PLANS D'ENCORFRAT  
I ARMAT INFERIOR CORRESPONENTS  
A AQUEST NIVELL (E:18 I E:19)

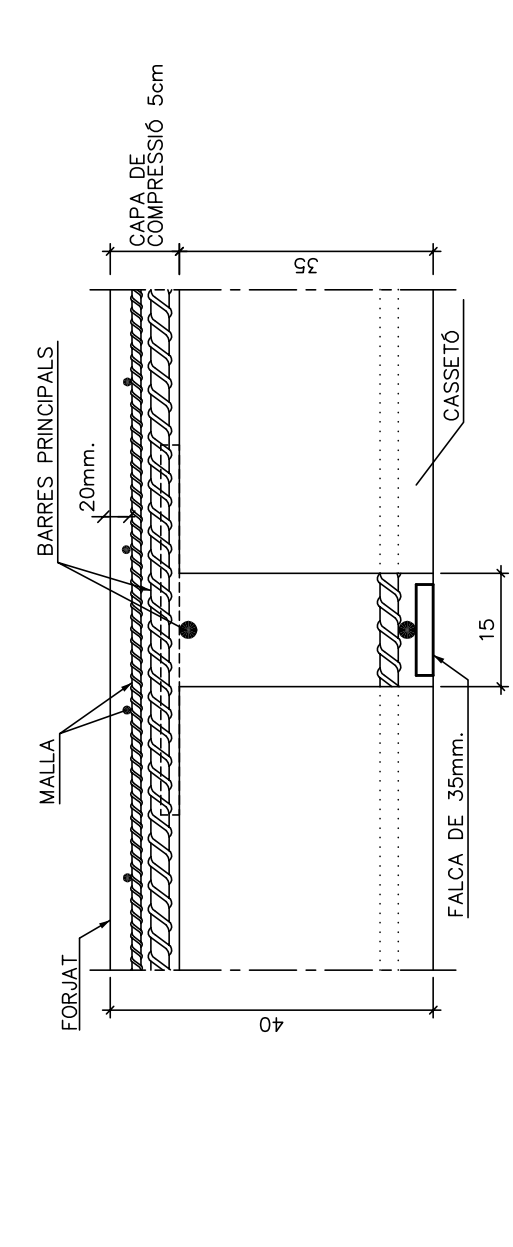
A  
B

A - NÚMERO DE DETALL  
B - NÚMERO DE PLANOL QUE CONTÉ DETALL

D.10 CARACTERÍSTIQUES DEL FORJAT RETICULAR (n=35+5cm)

TIPUS DE CASSETONS	FORMIGÓ
WIDES CASSETONS	30x70x23 cm
CANTELL	35+5 cm
AMPLADA NERVIS	15 cm
INTER-EX	85+85 cm
ARMADURA A LA CAPA DE COMPRESSIÓ: MALLA ELECTROSOLDADA #1465-30x30 (B-500T)	
ARMADURA BASICA NERVIS: INFERIOR: 1ø12 (EN PLANTA NOMÉS S'INDIQUEN ELS REFORÇOS)	

DISPOSICIÓ DE LES ARMADURES ALS NERVIS (RETICULAR)



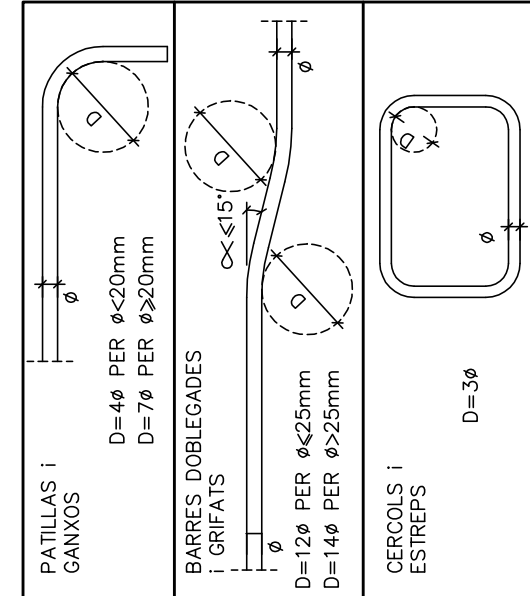
NORMES DE MUNTATGE (RETICULAR)

En els creuaments entre pilars i forjats, deurán  
col·locar-se les armadures de reforç amb  
aproximadament el 50% de la seva longitud,  
No s'admètrà forçar les armadures inferiors amb  
aproximadament el 50% de la seva longitud,  
Deuran disposar-se suficients armadures de  
reforç per la longitud i un altre per la transversal.  
superior entre 30 i 45cm, de distància a la  
cara superior del forjat. I solament s'admetran  
armadures de reforç per la longitud i  
un altre per la transversal.  
Els forjats adjacents a nervis perimetral es  
foran sempre fora de l'limit d'aquests,  
ni la seva armadura.  
Si hi ha forats nous que no figuren en aquests  
plans, s'ha de consultar amb la D.F. abans  
de passar-los.

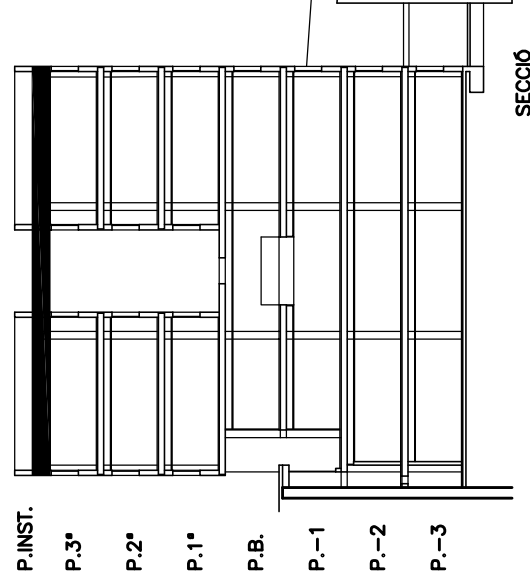
CRITERIS D'ARMAT (RETICULAR)

EL REPLANTEIG DE CASSETONS ES REALITZARÀ  
DENTRE D'UNA MALLA RECTANGULAR, EN  
ENCORFRAT I ES DISPOSARAN LES SEGÜENTS  
ARMADURES:  
+GRANELLA A LA CAPA DE COMPRESSIÓ: #1465-30x30  
\* Solapaments no inferiors a 42cm,  
+NERVIS PERMETRALS DEL FORJAT:  
\* Segons planta d'encorfrat.  
+ARMADURA BASICA DELS NERVIS: 1ø12 INFERIOR  
\* En tota la seva longitud.  
+REFORÇOS SUPERIORES I INFERIORES:  
\* Segons s'indica en les plantes d'armat.  
+CHECKEUS DE PUNXONAMENT:  
\* Segons s'indica al detall del plànol d'encorfrat.

DOBLEGAT D'ARMAT

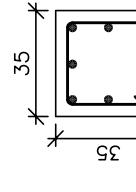
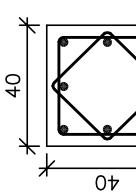
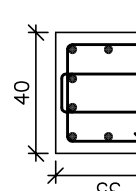
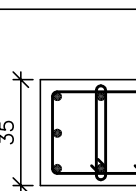
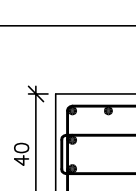
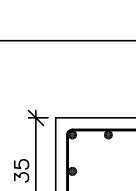
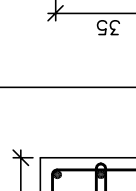
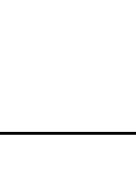
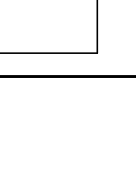
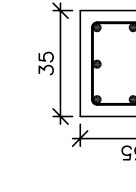
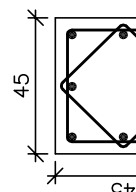
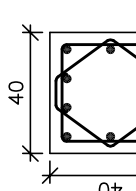
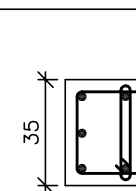
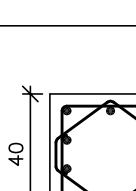
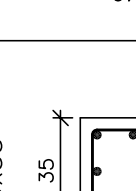
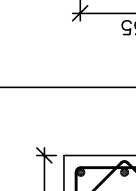
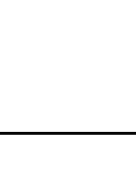
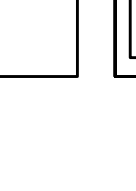
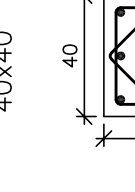
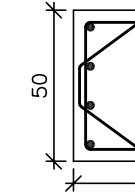
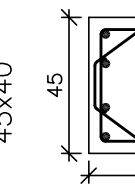
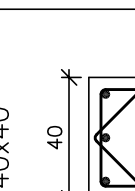
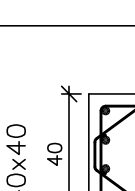



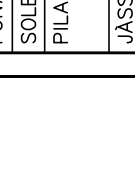
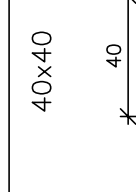
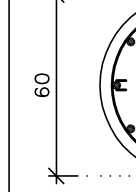
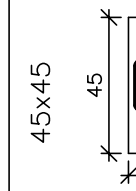
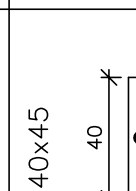
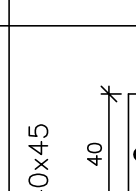
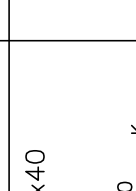
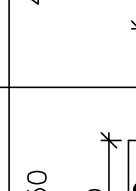
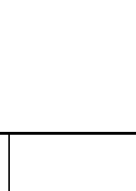
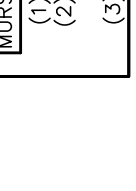
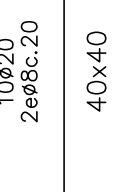
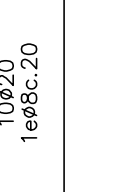
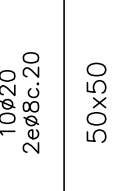
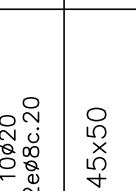
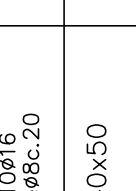
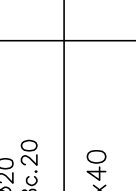
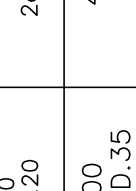
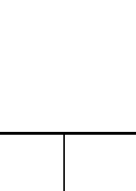
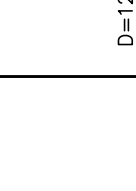
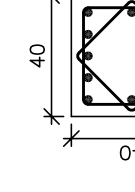
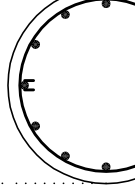
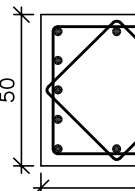
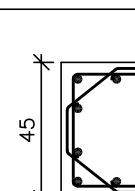
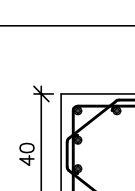
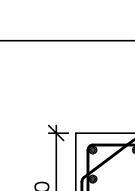
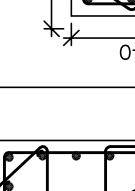

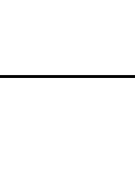
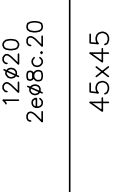
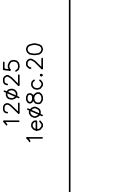

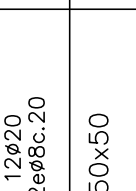

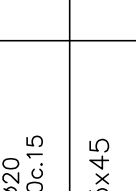
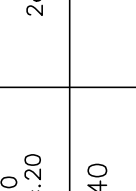
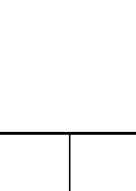
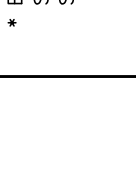


POSICIÓ



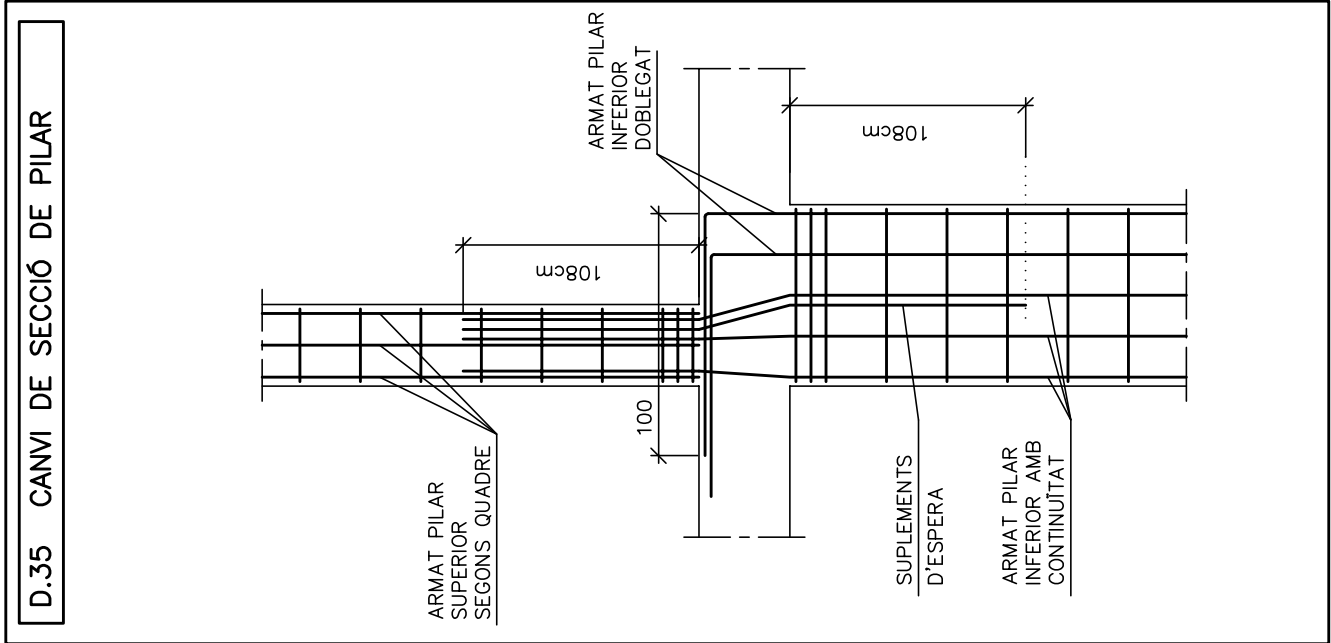
ARMAT SUPERIOR SOSTRE PLANTA TERCERA

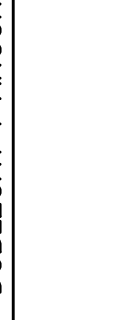
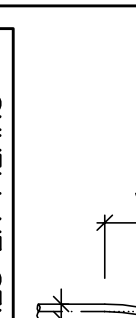
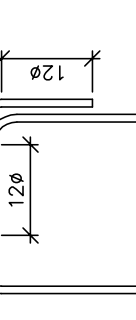
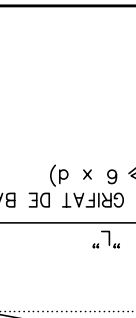
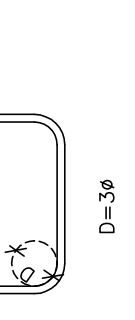



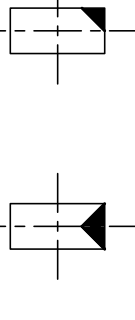

E:150  
COTA SUP. FORJAT: +105.40

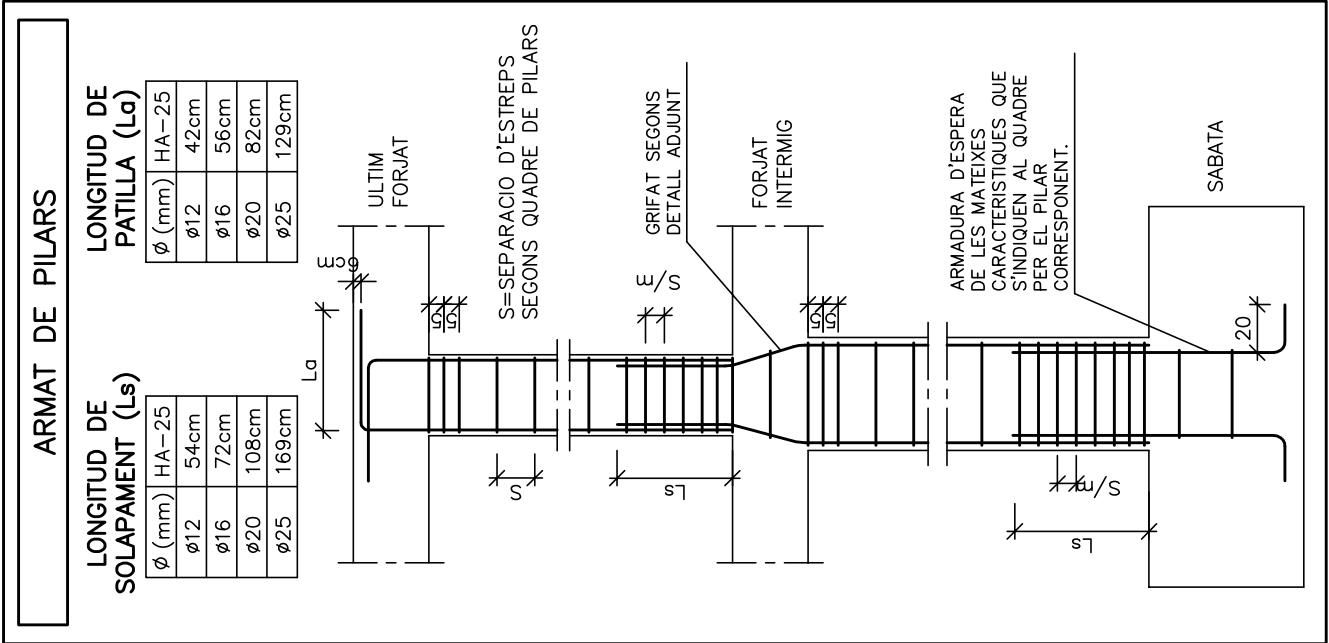
	A.4 E.4	B.2 C.2 D.2	B.3 C.3 D.3	B.4 C.4 D.4	E.2 E.3	B.1 C.1 D.1	E.1	A.2 A.3	A.1
P.3ª	35x35 	40x40 	40x35 	35x40 	35x35 	40x35 	35x35 	35x40 	35x35 
P.2ª	35x35 	45x45 	40x40 	35x40 	35x35 	40x40 	40x40 	40x40 	35x35 
P.1ª	40x40 	50x50 	40x40 	40x40 	40x40 	40x40 	40x40 	40x50 	40x40 
P.B.	40x40 	60 	40x40 	40x45 	40x45 	40x45 	40x45 	40x50 	40x40 
SOT-1	40x40 	65 	40x40 	50x50 	45x50 	40x50 	40x40 	40x100 VEURE D.35 SUPLEMENTS Ø20 SEGONS D.35 	40x40 
SOT-2	45x45 	70 	45x45 	50x50 	45x45 	45x50 	45x45 	40x140 SUPLEMENTS Ø20 SEGONS D.35 	45x45 
SOT-3	45x45 	70 	55x55 	50x50 	45x45 	50x50 	45x45 	40x140 SUPLEMENTS Ø25 SEGONS D.35 	45x45 

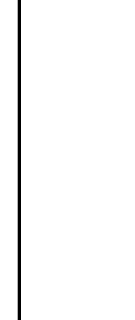
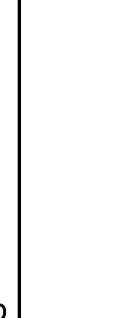
QUADRE DE PILARS  
E1:25

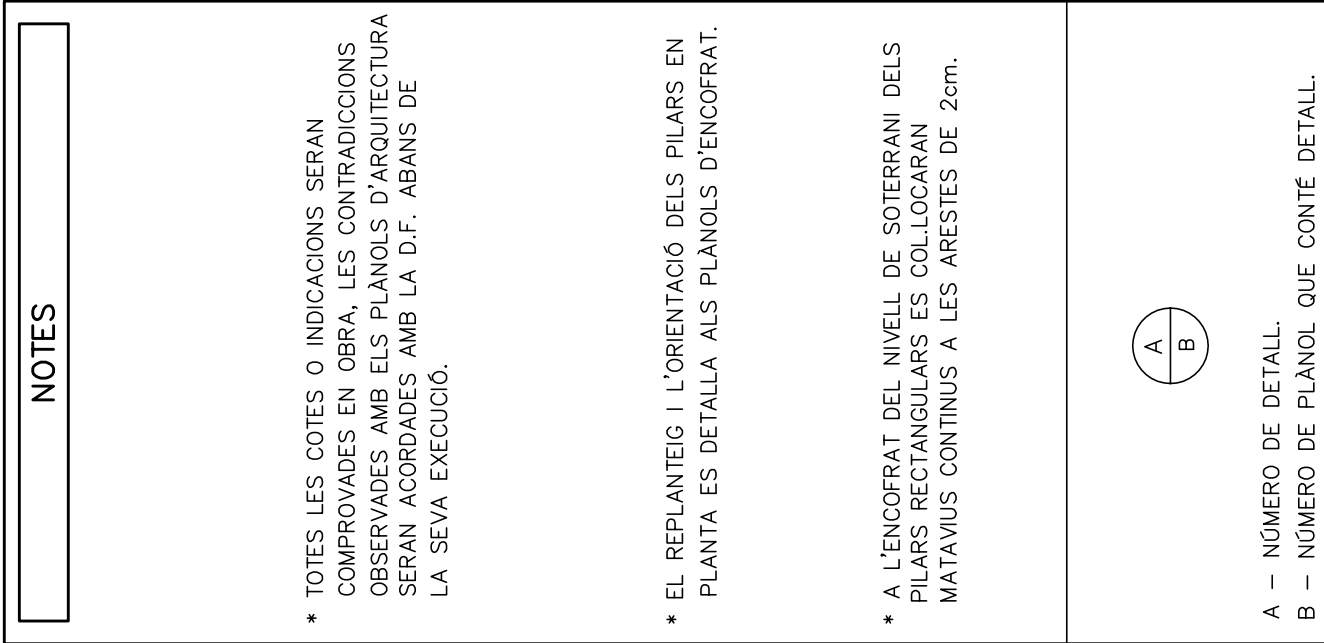
ESPECIFICACIONS DE CALCUL								
COEFICIENTS DE SEGURETAT								
ACCIONS	COEFICIENTS PARCIALS DE SEGURETAT: SEGONS DB SE (TALLA 4.1)							
	COEFICIENTS DE SIMILITUD: SEGONS DB SE (TALLA 4.2)							
	COMBINACIÓ D'ACCIONS: ART. 4.2 I 4.3 DB SE							
	FORMIGÓ ARMAT: ACER (PASSIU) : 1.15							
MATERIALS	ACER LAMINAT : SEGONS DB SE-A (ART. 2.1.3)							
	FABRICA : SEGONS DB SE-F (ART. 4.6)							
CONTROL D'EXECUCIÓ								
FORMIGÓ "IN SITU" : NORMAL (ESTADÍSTIC)-SEGONS EHE-	ACCELERACIÓ SÍSMICA BÀSICA (Ba) : 0.04 g							
ACER LAMINAT : SEGONS DB SE-A-109/131	COEFICIENT DE CONTRIBUCIÓ (K) : 1.00							
FABRICA : SEGONS DB SE-F-47	DUCTILITAT (δ) : 2 (BANYA)							
	ESMORTEÏMENT (ξ) : 5 %							
PARÀMETRES SÍSMICS (NCSE-02)								
ACCELERACIÓ SÍSMICA BÀSICA (Ba) :	0.04 g							
COEFICIENT DE CONTRIBUCIÓ (K) :	1.00							
DUCTILITAT (δ) :	2 (BANYA)							
ESMORTEÏMENT (ξ) :	5 %							
QUADRE D'ESPECIFICACIONS TÈCNiques DEL FORMIGÓ								
TIPUS DE ELEMENT	POSICIÓ	TIPUS DE FORMIGÓ (SEGONS EHE-96)	RESISTÈNCIA CARACTER (N/mm²)	RECOBRIMENT MINIM (mm)	RECOBRIMENT NOMINAL (N/mm²)	MAXIMA RELACIÓ A/C	CONTINGUT MINIM DE REBARRE (kg/m³)	RF (2)
FONAMENTS	TOTS	HA-25/B/20/I/a	25	50/70	50/80	0.5	275	120'
SOLERA	TOTES	HA-25/B/20/I/a	25	30	40	0.5	275	120'
PILARS	SOBRERASANT	HA-25/B/10/I/a	25	30	40	0.5	275	60'
	SOTERRANI	HA-25/B/10/I/a	25	35	45	0.5	275	120'
JASSERES	SOBRERASANT	HA-25/B/10/I/a	25	35	35	0.5	275	60'
	SOTERRANI	HA-25/B/10/I/a	25	35	45	0.5	275	120'
LLOSES MASSISSES	HA-25/B/20/I/a	25	30	40	0.5	275	120'	
SOSTRES	HA-25/B/20/I/a	25	35	35	0.5	275	60'	
RETICULO SOBRERASANT	HA-25/B/20/I/a	25	30	40	0.5	275	120'	
RETEL·LARS SOTERRANI	HA-25/B/20/I/a	25	30	40	0.5	275	120'	
ESCALES	TOTES	HA-25/B/10/I/a	25	30	40	0.5	275	120'
MURS	TOTES	HA-25/B/20/I/a	25	35	45	0.5	275	120'
(1) EL RECOBRIMENT NOMINAL (2) ES 10mm MENYS GRAN QUE EL RECOBRIMENT MINIM (2) > 75 mm +1cm								
(2) RESISTÈNCIA AL FOC SEGONS NBE-CP-96 SEGONS EL RECOBRIMENT MECANIC EQUIVALENT (Q <sub>inf</sub> )								
(3) AMB PROCEDO DE MORTER AL SOSTRE								

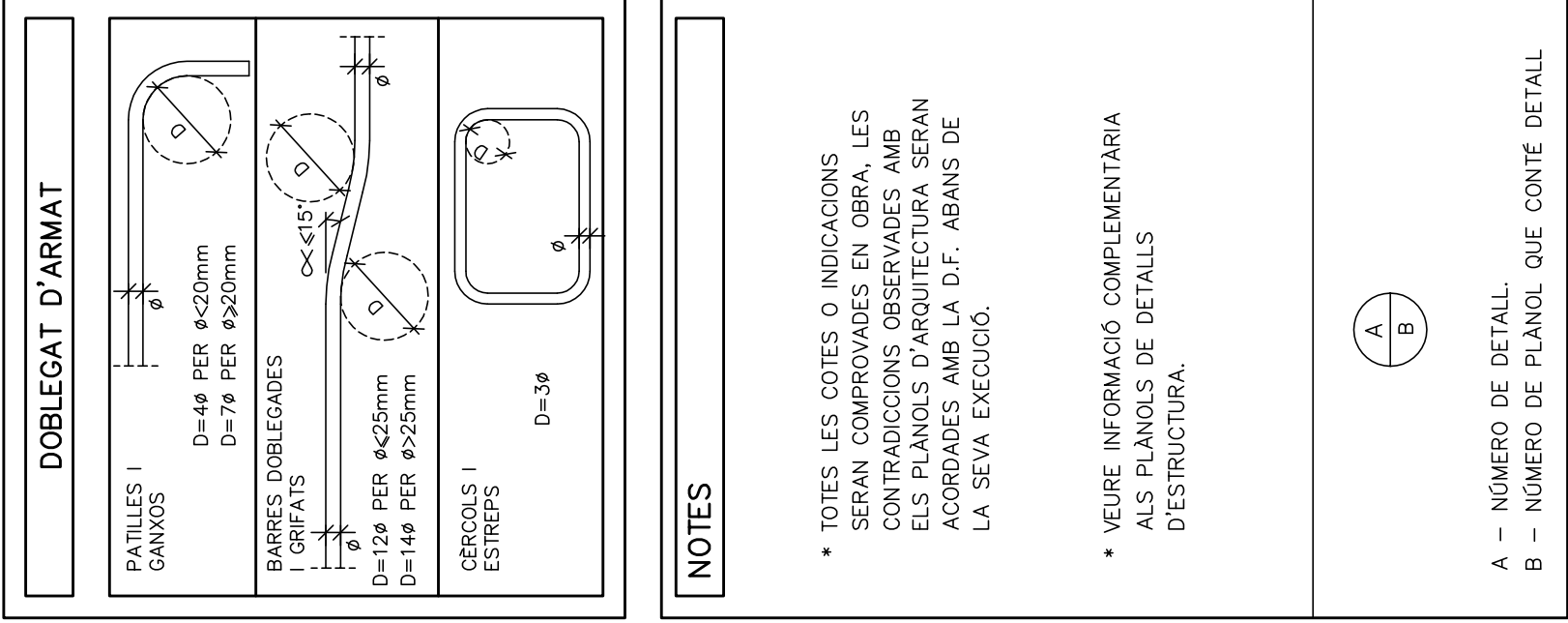


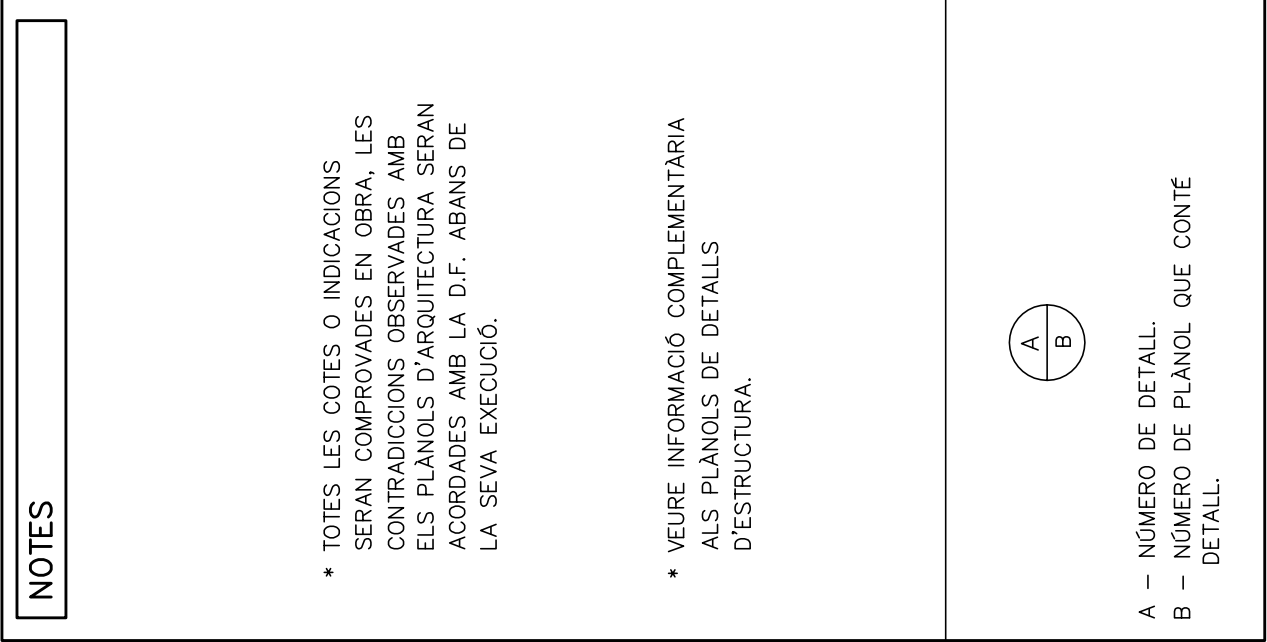
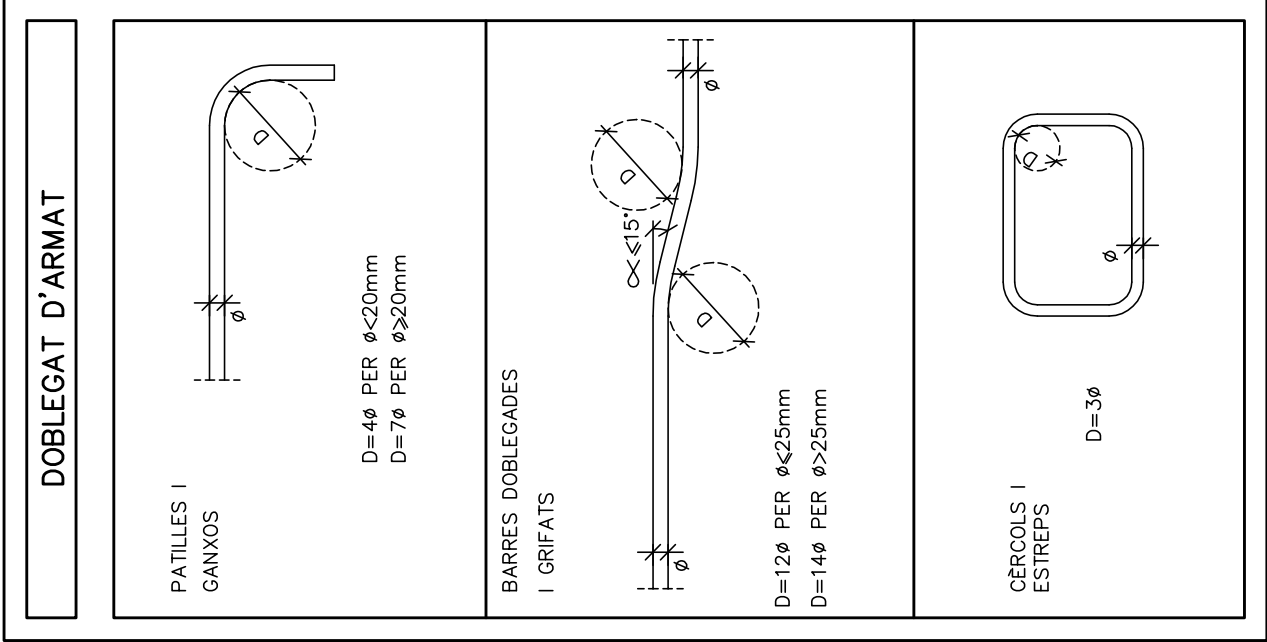
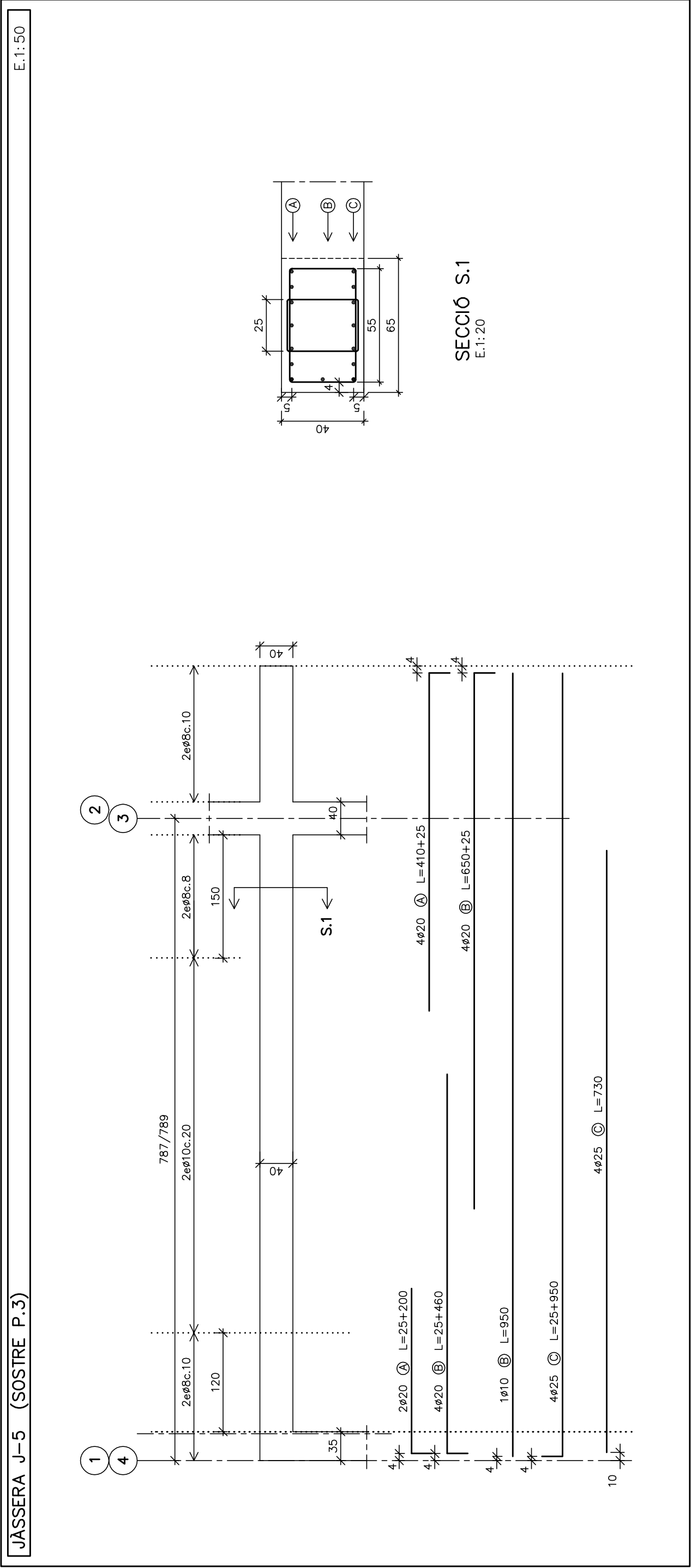
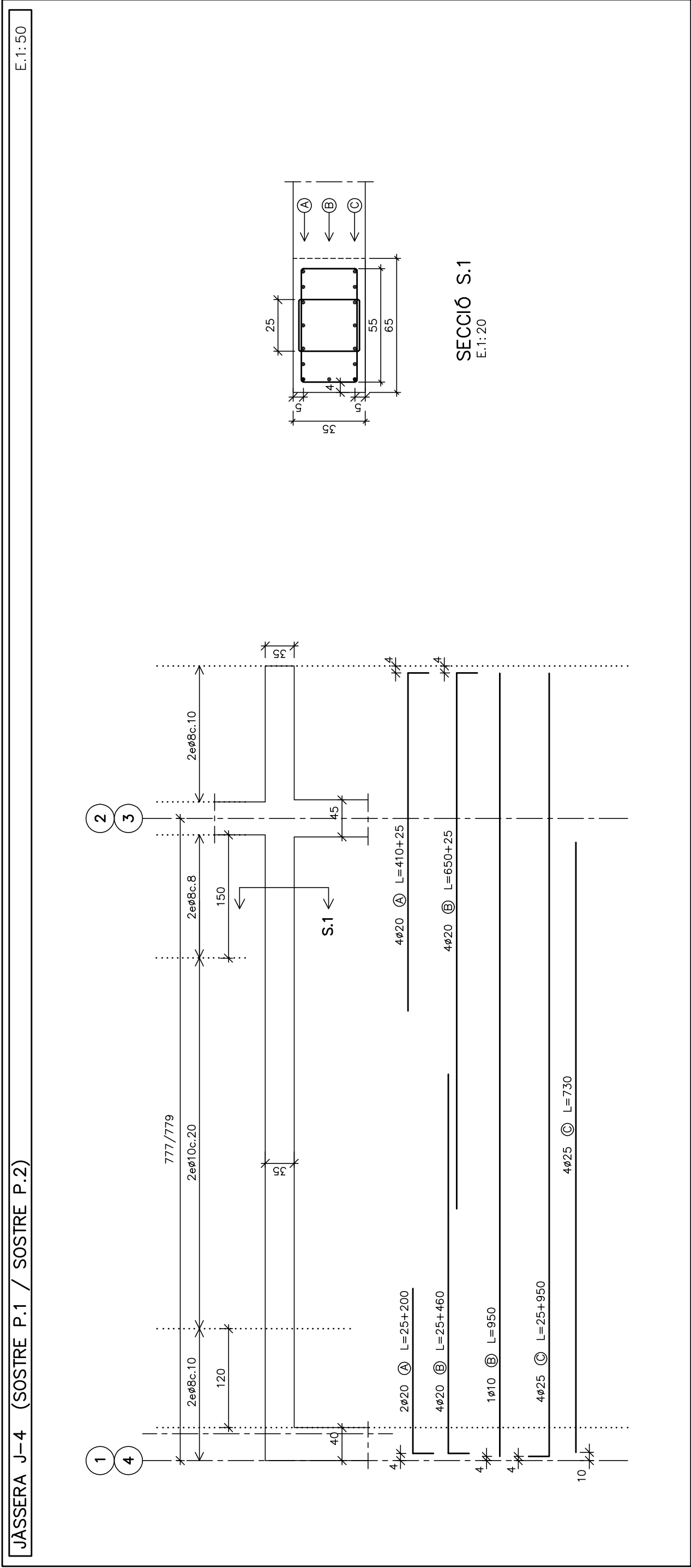
DOBLEGAT I ANCORATGE D'ESTRIPES	
	
	
	
RECOBRIMENT EN PILARS	
ELS PILARS EN PLANTA ES REPLANTEJARAN MANTENINT FINE EL PUNT INDICAT:	
	
REPLANTEIG DE PILARS	
ELS PILARS EN PLANTA ES REPLANTEJARAN MANTENINT FINE EL PUNT INDICAT:	
	



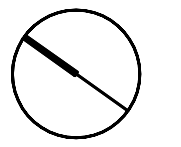
POSICIÓ DE PILARS	
	
NOTES	
TOTES LES COTES O INDICACIONS SERAN COMPROVADES EN OBRA. LES CONTRADICCIONS OBSERVADES AMB ELS PLÀNOLS D'ARQUITECTURA SERAN ACORDADES AMB LA D.F. ABANS DE LA SEVA EXECUCIÓ.	
EL REPLANTEIG I L'ORIENTACIÓ DELS PILARS EN PLANTA ES DETALLA ALS PLÀNOLS D'ENCORFAT.	
A L'ENCORFAT DEL NIVELL DE SOTERRANI DELS PILARS RECTANGULARS ES COL·LOCARAN MATAVIUS CONTINUUS A LES ARESTES DE 2cm.	
A - NÚMERO DE DETALL B - NÚMERO DE PLÀNOL QUE CONTÉ DETALL.	







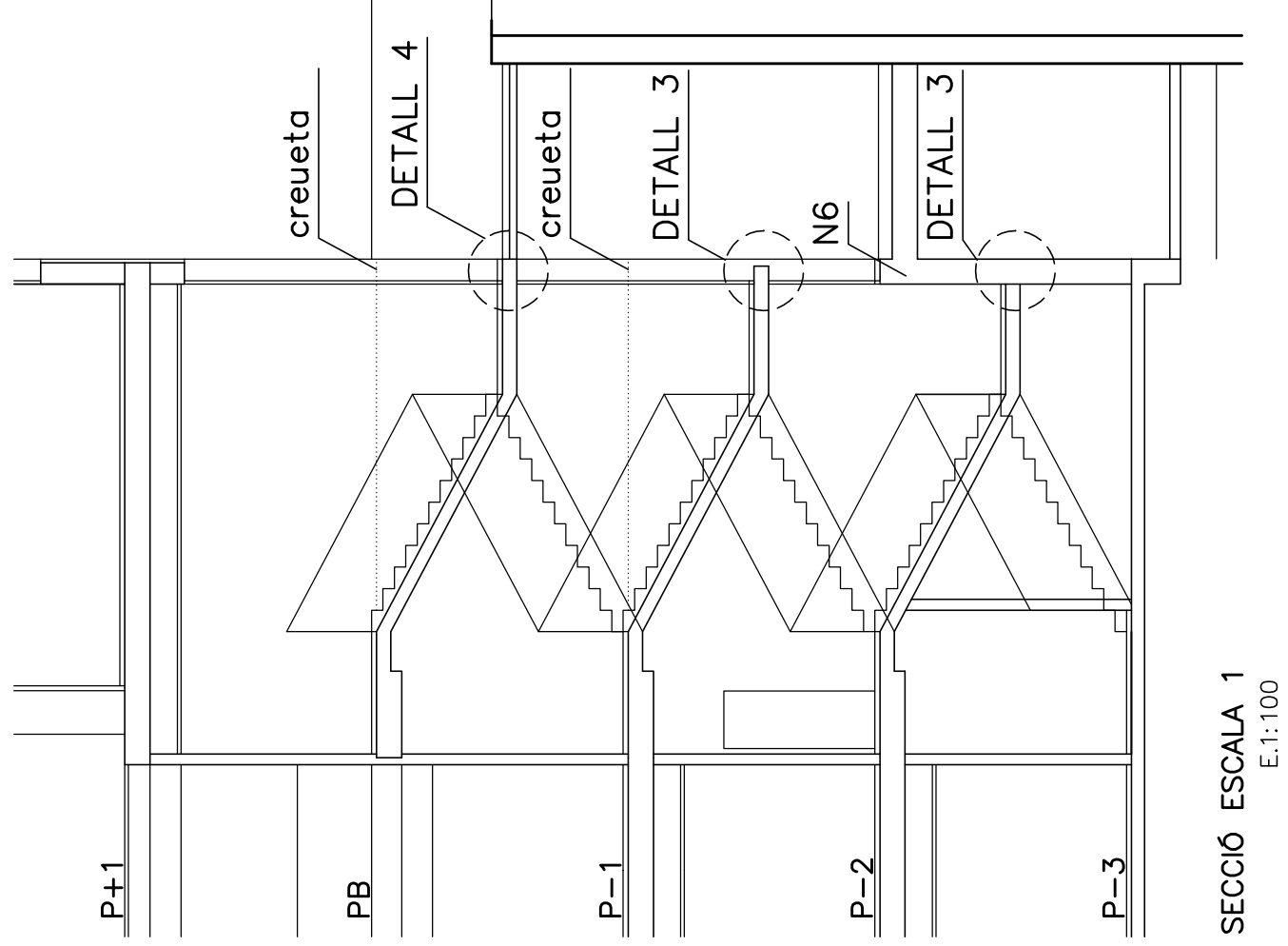
<div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div>&lt;/</div></div></div>			
--	--	--	--



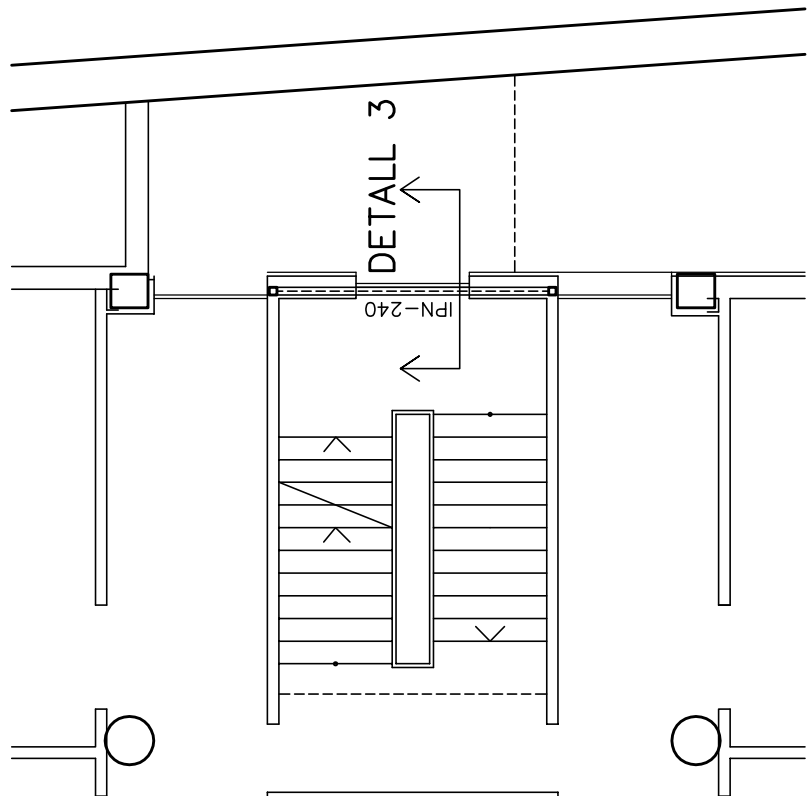


\* N° DE GRAONS I REPLANTEIG SEGONS PROJECTE.

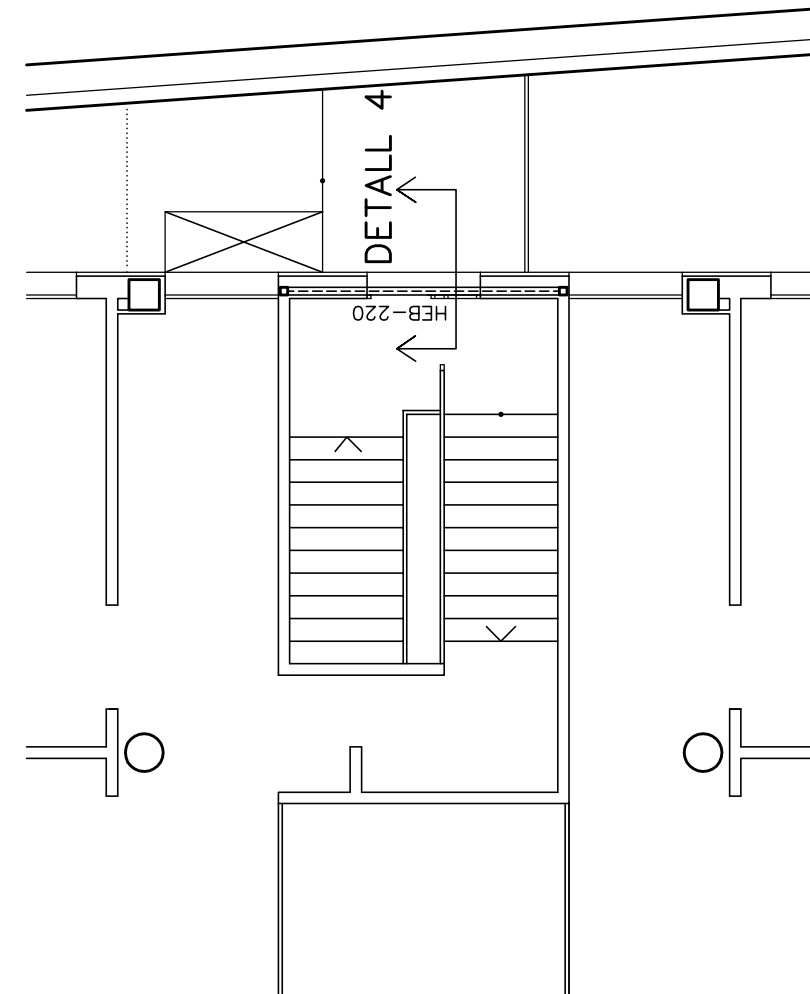
\* TOTES LES COTES O INDICACIONS SERAN COMPROBDES EN OBRA, LES CONTRADICCIONS OBSERVADES AMB ELS PLANS D'ARQUITECTURA SERAN ACORDADES AMB LA D.F. ABAN DE LA SEVA EXECUCIÓ



SECCIÓ ESCALA 1  
E.1:100



PLANTES SOTERRANI  
E.1: 100

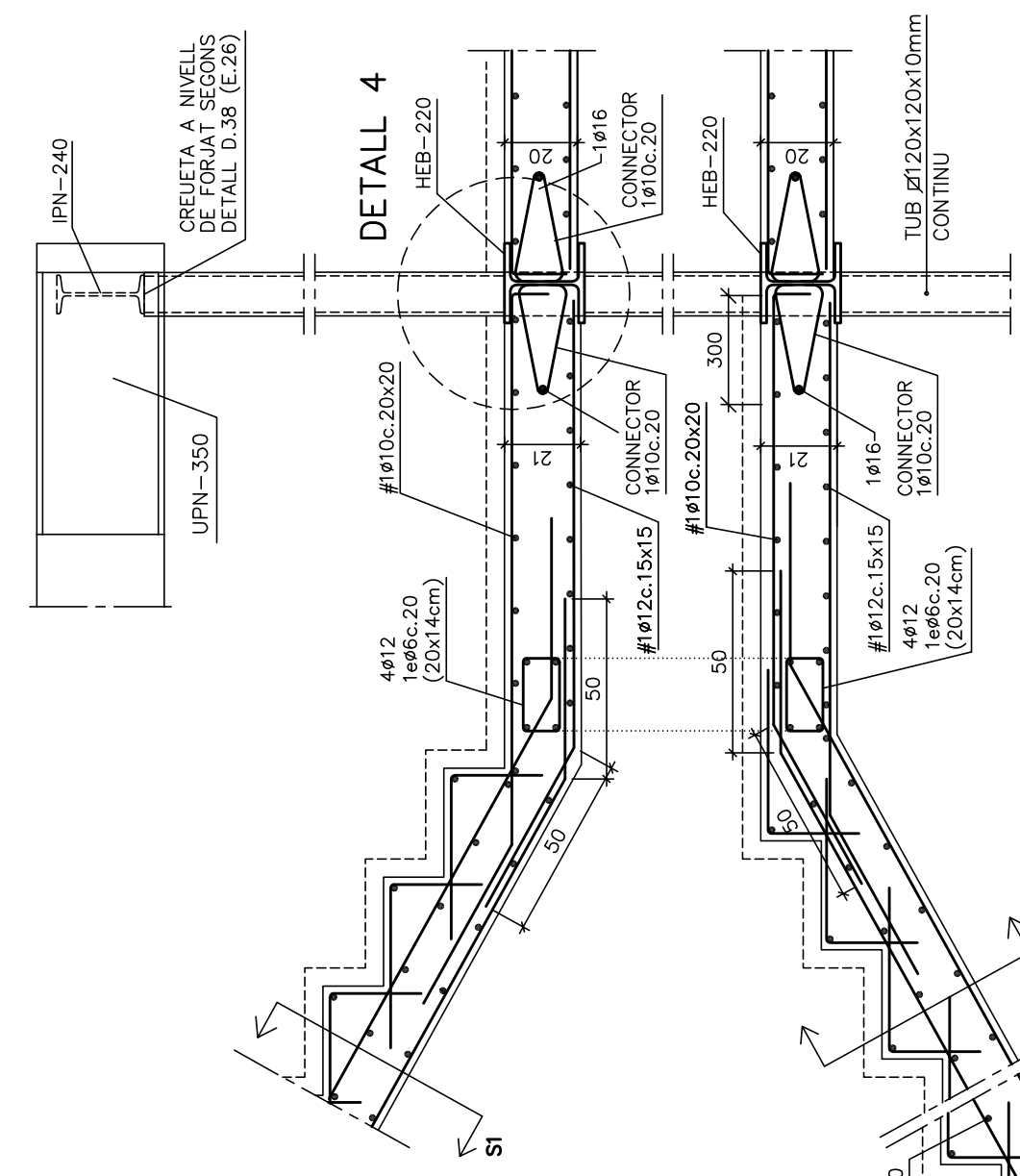


PLANTA BAIXA  
E:1:100

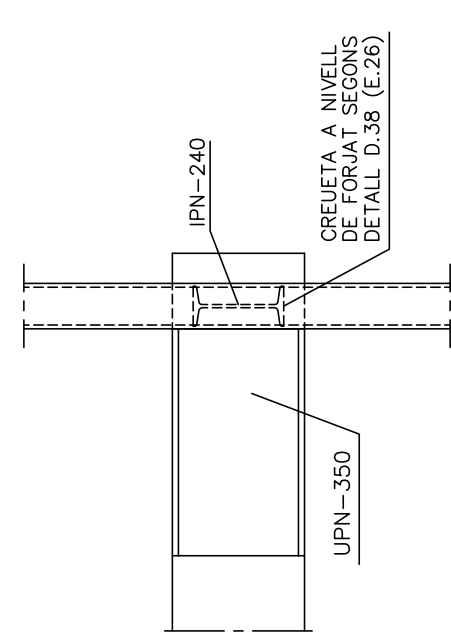
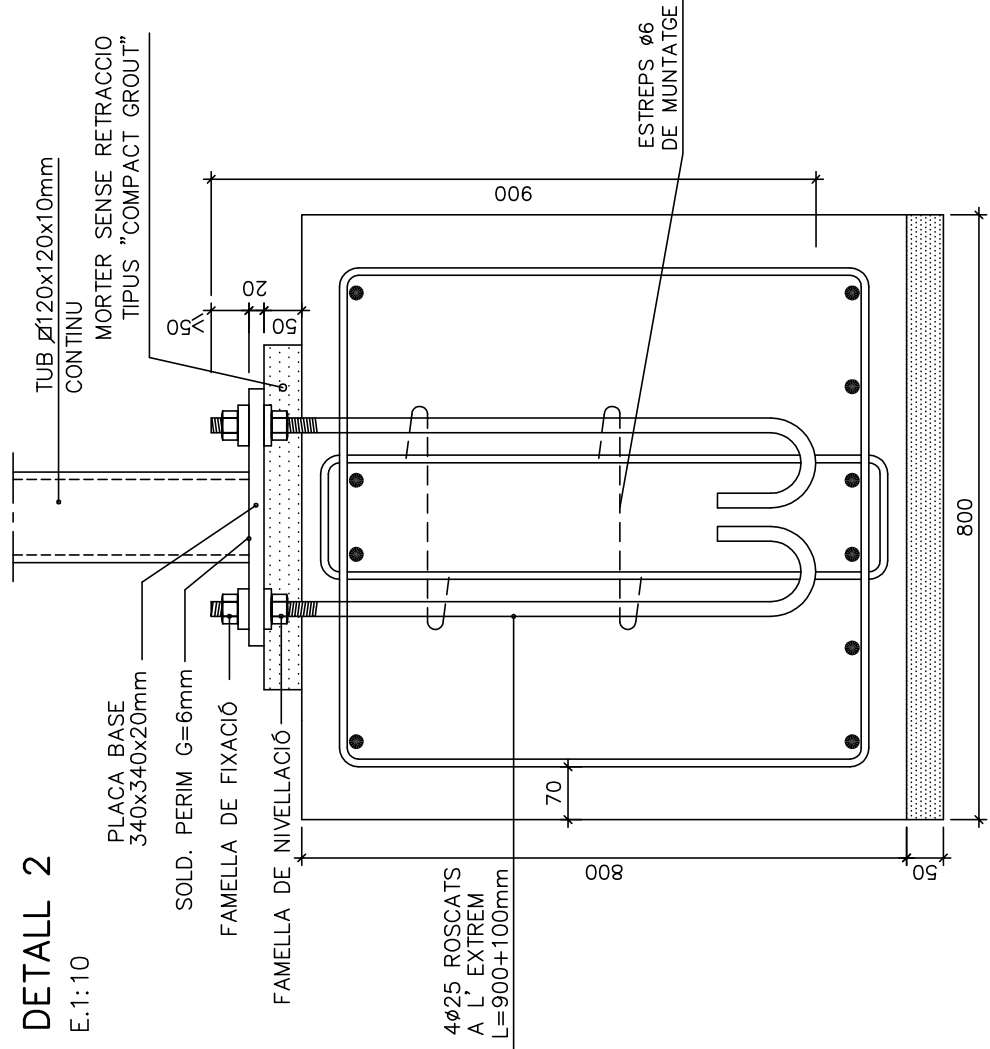
E. 1:20

\* N° DE GRAONS I REPLANTEIG SEGONS PROJECTE.

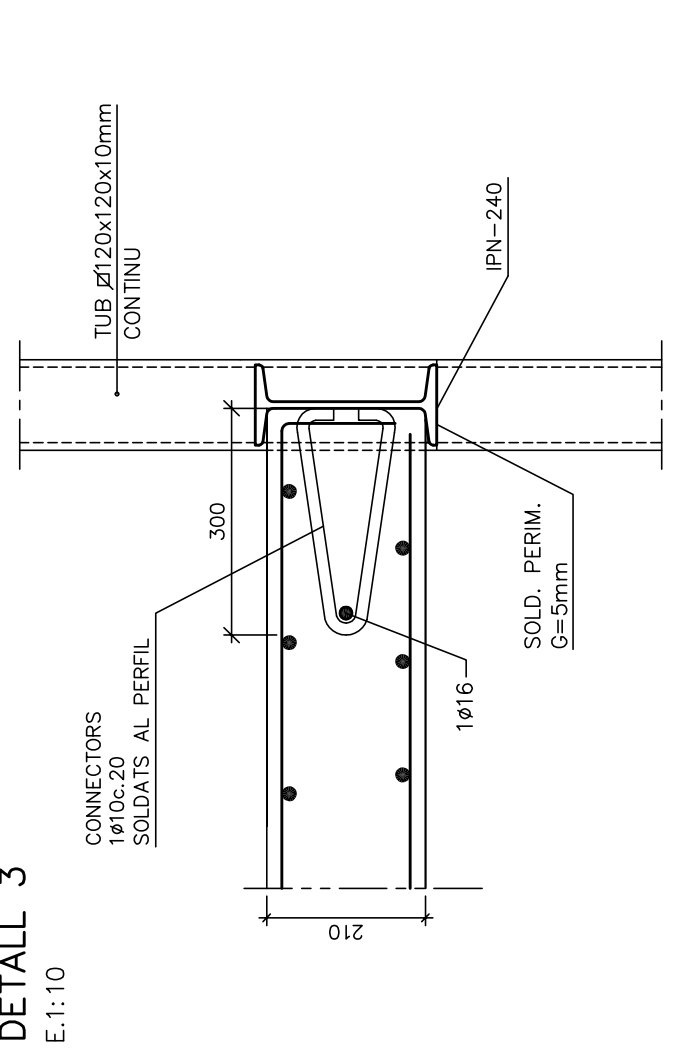
\* TOTES LES COTES O INDICACIONS SERAN COMPROBADES EN OBRA, LES CONTRADICCIONS OBSERVADES AMB ELS PLÀNOLS D'ARQUITECTURA SERAN ACORDADES AMB LA D.F. ABAN DE LA SEVA EXECUCIÓ



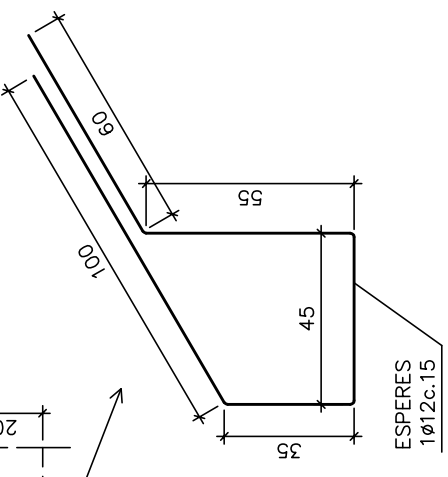
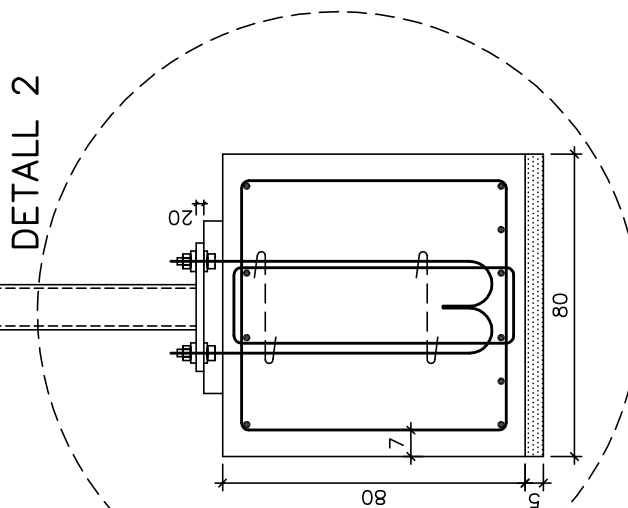
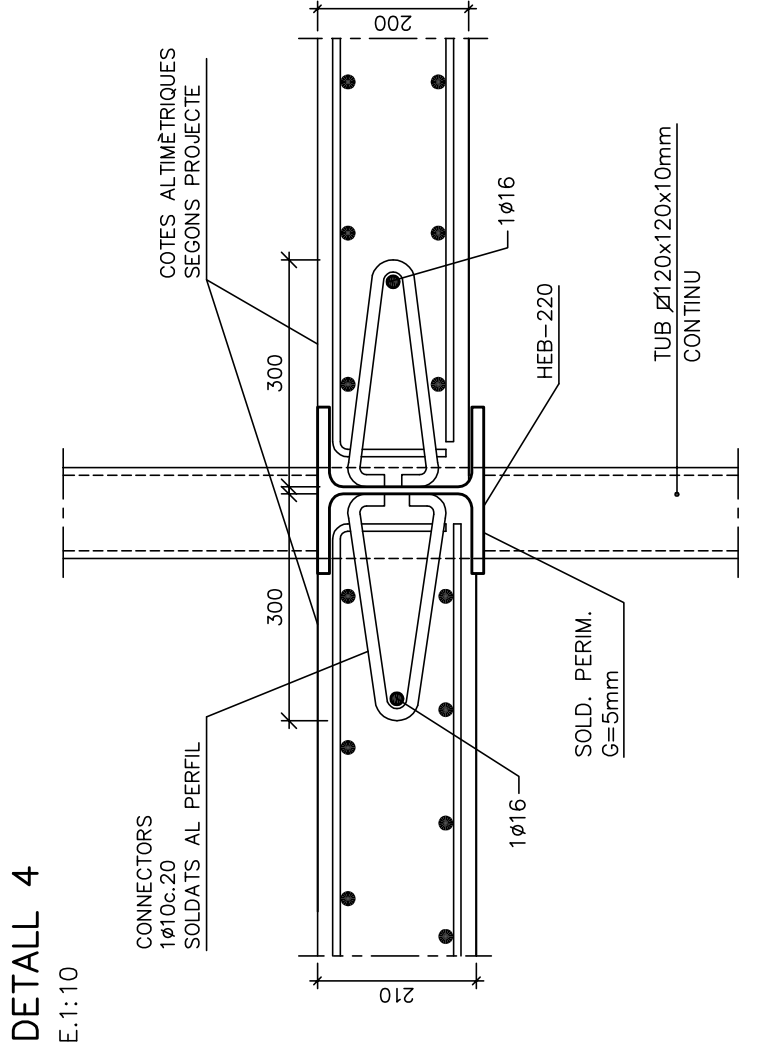
DETAIL 2



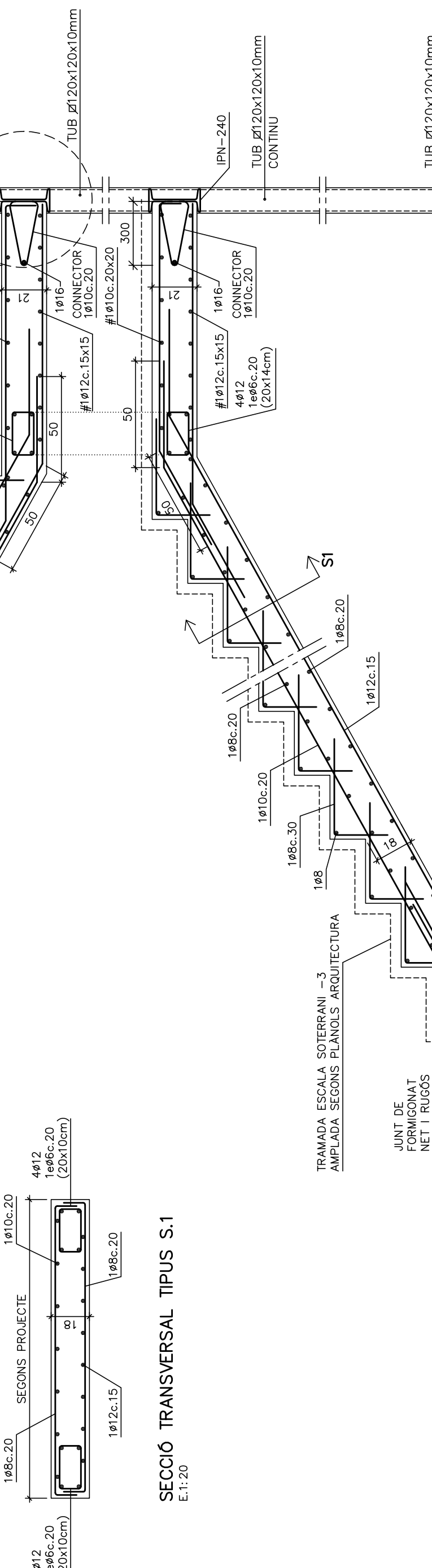
DETAIL 3  
E.1:10



DETAIL 4  
E 1:10

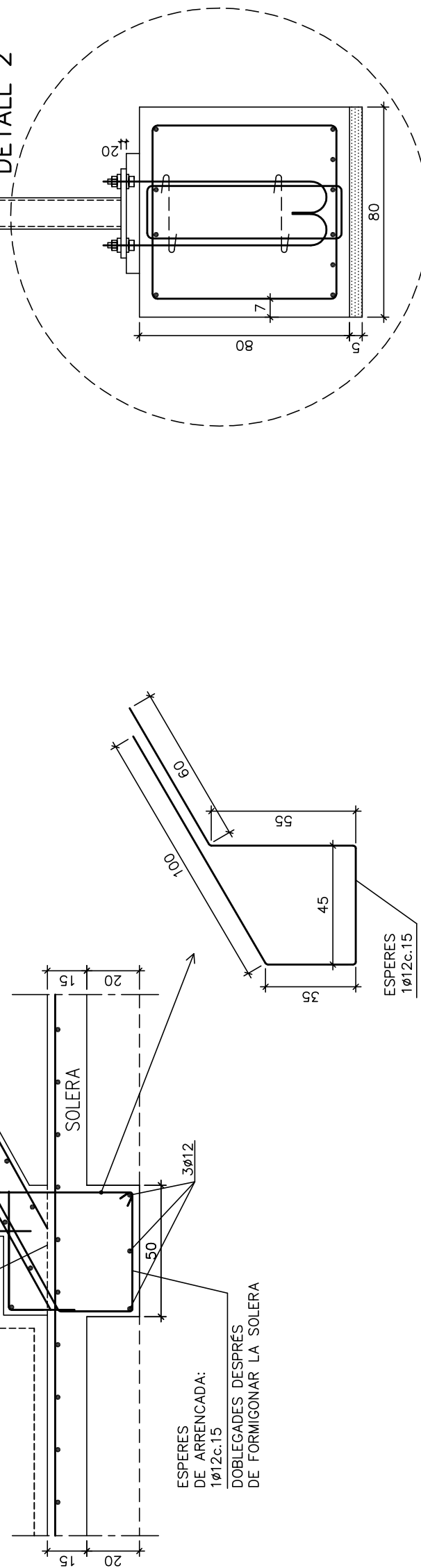


## SECCIÓ TRANSVERSAL TIPUS S.1



CONTINU

DETAIL 3



## ESPECIFICACIONES DE CALCUL

## COEFICIENTS DE SEGURETAT

	COEFICIENTS PARCIAUX DE SÉCURITÉ: SEGONS DB SE (TALLA 4.1)
ACCIONS	COEFICIENTS DE SIMILITANITAT: SEGONS DB SE (TALLA 4.2)
	COMBINACIÓ D'ACCIONS: ART. 4.2 I 4.3 DB SE
	FORMIGÓ : 150
	FORMIGÓ ARMAT
	ACER (PASSIU) : 115
MATERIALS	ACER LAMINAT : SEGONS DB SE-A (ART. 2.3.3)
	FABRICA : SEGONS DB SE-F (ART. 4.6)

## CONTROL D'EXECUCIÓ

PARÀMETRES SÍSMICS (NCSE-02)

FORMIGO "IN SITU": NORMAL (ESTADÍSTICO)-SECCIONS EHE-	
ACER LAMINAT : SECCIONS DE SE-A-09/131	
FABRICA : SECCIONS DE SE-F-47	
ACCELERACIÓ SÍSMICA BÀSICA (0b)	0.04 g
CORRENT DE CONTRIBUCIÓ (K)	1.00
DUCTILITAT (μ)	2 (BANYA)
ESMORET (α)	5 %

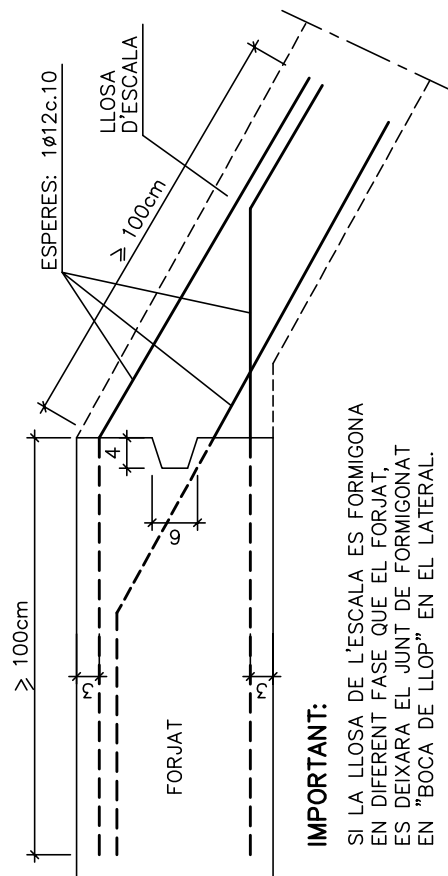
### QUADRE D'ESPECIFICACIONS TECNQUES DEL FORMIGÓ

TIPO DE ELEMENTO	POSICIÓN	TIPO DE RESISTENCIA (SEGUNDO EHE-98)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA ( $f_{cm}$ (N/mm <sup>2</sup> ))	RECORRIMIENTO MINIMO (mm)	RECORRIMIENTO MAXIMO (mm)	CONTINUIDAD DE LA ARMADURA (K <sub>tr</sub> /N/mm <sup>2</sup> )	RF (2%)
FONAMENTOS	TÓTOS	HA-25/5/20/10	25	50	70	50	275
SOLERA	TÓTOS	HA-25/5/20/10	25	30	40	0,5	275
PLACA	SOTERRANI	HA-25/5/20/10	25	30	40	0,5	275
JASERRES	SOTERRANI	HA-25/5/10/10	25	35	45	0,5	275
JASERRES	SOTERRANI	HA-25/5/10/10	25	35	45	0,5	275
SOSTRES	LOSSES MASSISSES	HA-25/5/20/10	25	30	40	0,5	275
RELLORS	LOSSES MASSISSES	HA-25/5/20/10	25	30	40	0,5	275
RELLORS SOTERRANI	RELLORS SOTERRANI	HA-25/5/10/10	25	30	40	0,5	275
ESCALLES	TÓTOS	HA-25/5/20/10	25	35	45	0,5	275
MURS	TÓTOS	HA-25/5/20/10	25	35	45	0,5	275

(1) EL RECORRIMIENTO NOMINAL ( $f_{cm}$ ) ES 10MM MENOS GRAN QUE EL RECORRIMIENTO MINIMO ( $f_{cm} - 10$ ) =  $f_{cm} - 10$ mm.

(2) EL RECORRIMIENTO NOMINAL ( $f_{cm}$ ) ES 10MM MENOS GRAN QUE EL RECORRIMIENTO RECOMENDADO SEGUN EL EHE-98.

DETALL GENÈRIC ENLLAÇ LLOSA D'ESCALA AMB FORJAT

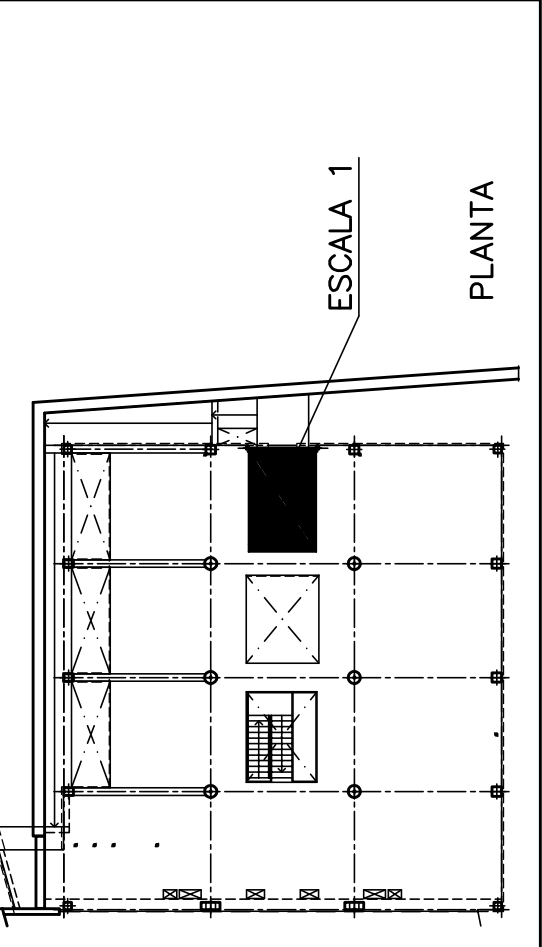


**IMPORTANT:**  
SI LA LLOSA DE  
EN DIFERENT FA  
ES DEIXARA EL  
EN "BOCA DE L

ESTAT DE CÀRREGUES

	LLOSA MASSISSA n=18m	LLOSA MASSISSA n=18m
	REPLÀ D'ESCALA	REPLÀ D'ESCALA
	5,25 kN/m2	4,50 kN/m2
	Còrrecques permanents	2,00 kN/m2
	Sobrecàrrega d'ús	4,00 kN/m2
	Sobrecàrrega d'envans	— kN/m2
	Sobrecàrrega de neu	— kN/m2
<b>TOTAL</b>	<b>10,75 kN/m2</b>	<b>10,50 kN/m2</b>

POSICIÓN



NOTES

**DOBLESAT D'ARMAT**

PAILLES I  
CANIS

$D=14$  PER  $\phi 20mm$   
 $D=14$  PER  $\phi 20mm$

BARRES DOBLEGADES  
I  
GREGATS

$\phi 45^\circ$

$D=128$  PER  $\phi 25mm$   
 $D=148$  PER  $\phi 25mm$

ORÇONS I  
ESTRIPS

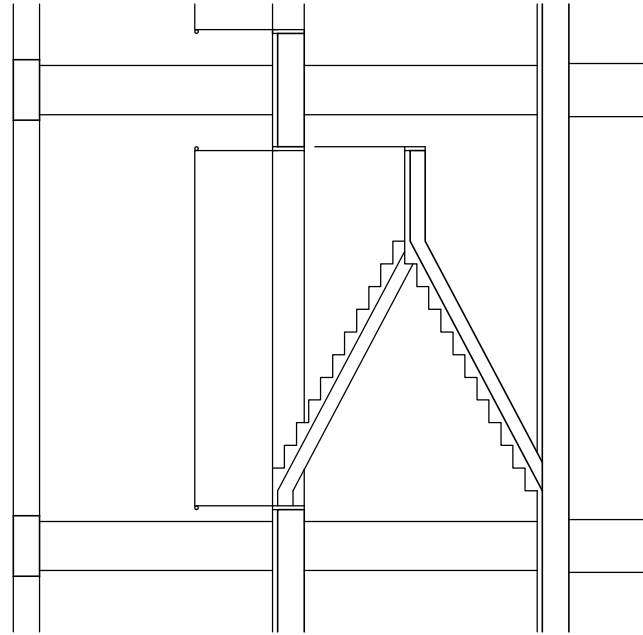
$D=36$

A - NUMERO DE DETALL.

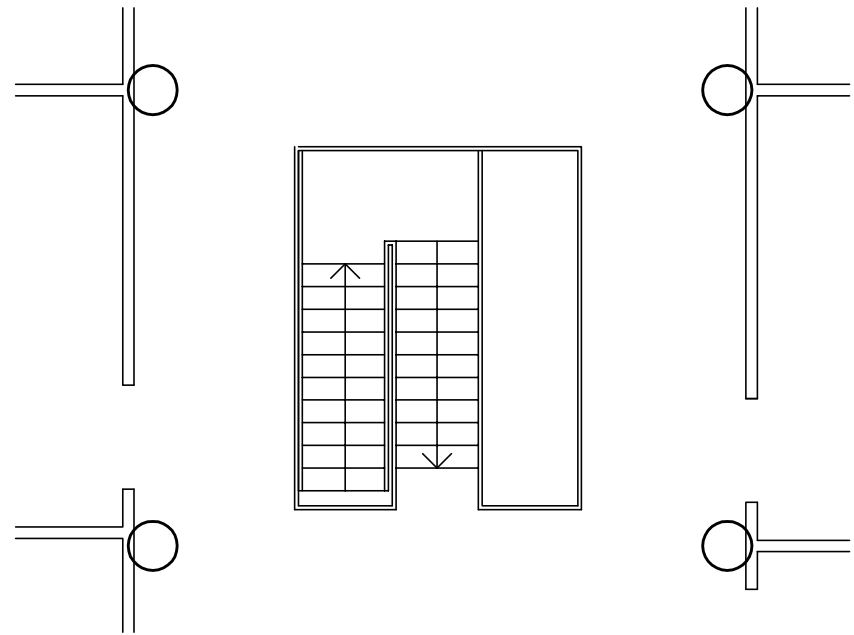
A - NUMERO DE DETALL.

ESTRUCTURA ESCALA 2

- \* N° DE GRAONS I REPLANTEIG SEGONS PROJECTE.
- \* TOTES LES COTES O INDICACIONS SERAN COMPROBADES EN OBRA, LES CONTRADICCIONS OBSERVADES AMB ELS PLANOLS D'ARQUITECTURA SERAN ACORDADES AMB LA D.F. ABAN DE LA SEVA EXECUCIÓ



SECCIÓ ESCALA 2  
E.1:100



PLANTA ESCALA 2  
E.1:100

ESPECIFICACIONS DE CALCUL

COEFICIENTS DE SEGURETAT

ACCIONS	COEFICIENTS PARÀMETRES DE SEGURETAT: SEGONS DB SE (TÀULA 4.1)	
	COMBINACIÓ D'ACCIONS: ART. 4.2 I 4.3 DB SE (TÀULA 4.2)	
MATERIALS	FORMIGÓ ARMAT	FORMIGÓ : 1.50
	ACER LAMINAT	ACER (PASSIU) : 1.15
	FABRICA : SEGONS DB SE-A (ART. 2.3.3)	
	FABRICA : SEGONS DB SE-F (ART. 4.6)	

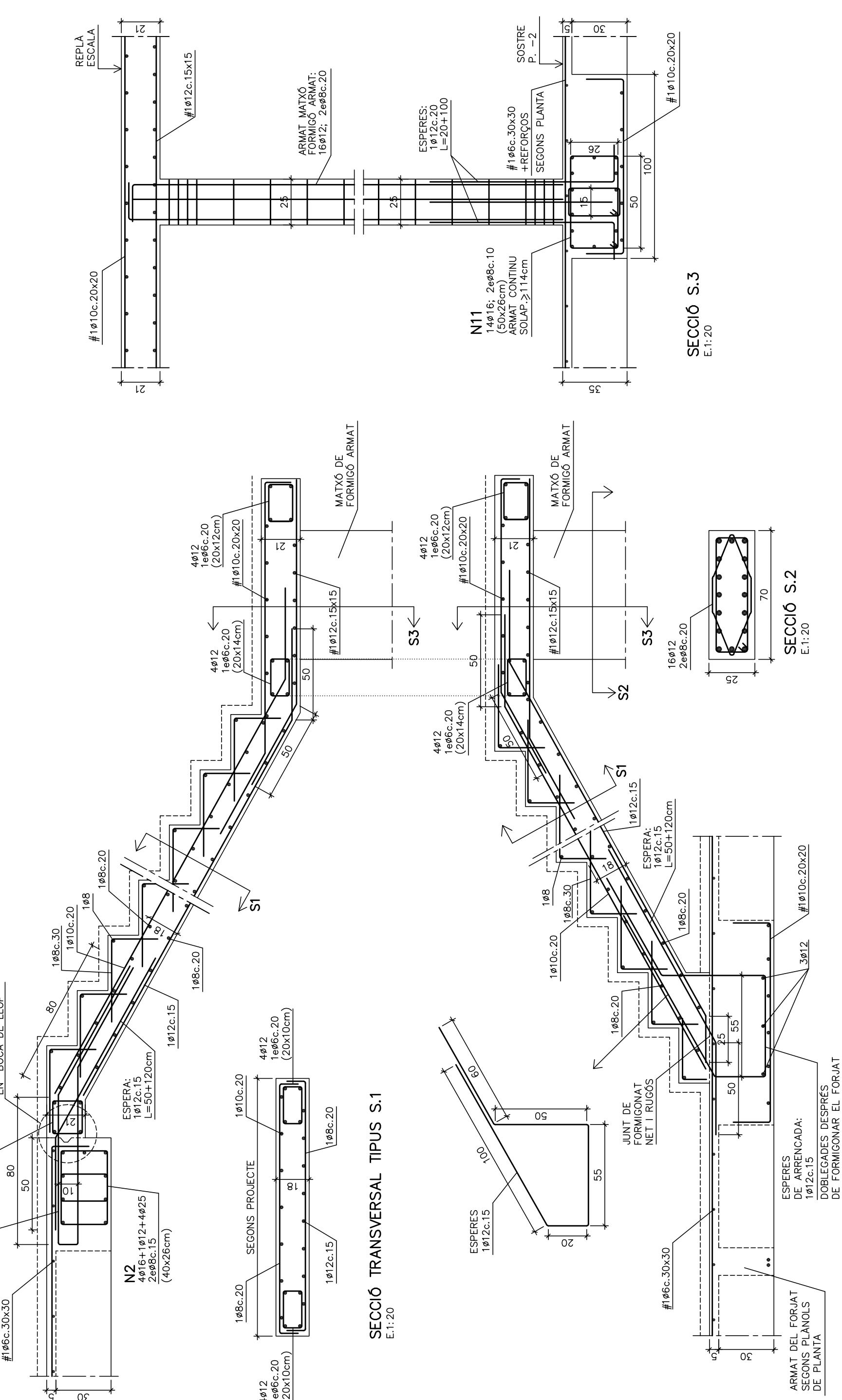
CONTROL D'EXECUCIÓ

FORMIGÓ "IN SITU" : NORMAL (ESTADÍSTIC)-SEGONS EHE-	
ACER LAMINAT : SEGONS DB SE-A-109/131	0.04 g
FABRICA : SEGONS DB SE-F-47	1.00
	2 (BANJA)
	5 %

PARÀMETRES SÍSMICS (NCSE-02)

ACCELERACIÓ SÍSMICA BÁSICA (db)	
COEFICIENT DE CONTRIBUCIÓ (K)	
DUCTILITAT (μ)	
ESMORETJEMENT (α)	

E. 1:20

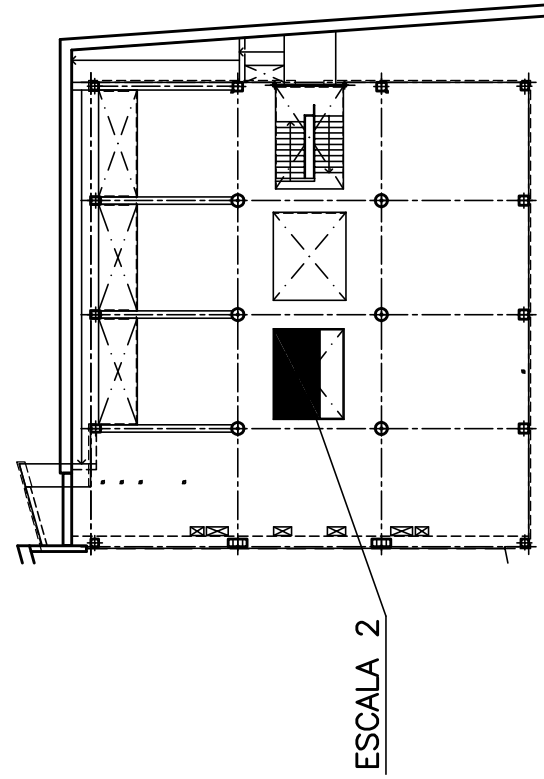


SECCIÓ TRANSVERSAL TIPUS S.1  
E.1:100

SECCIÓ S.2  
E.1:20

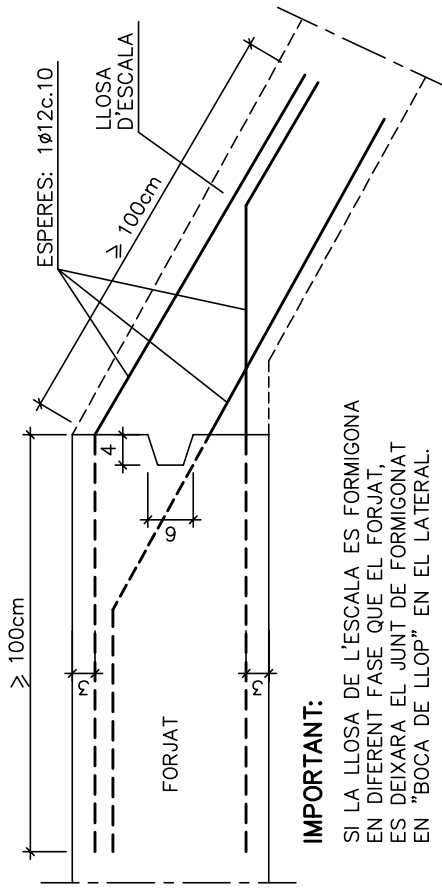
SECCIÓ S.3  
E.1:20

POSICIÓ



PLANTA

DETALL GENÈRIC ENLLAÇ LLOSA D'ESCALA AMB FORJAT



**IMPORTANT:**  
SI LA LLOSA DE L'ESCALA ES FORMIGONA  
DES DE LA FASIS DE PROJECTE, EL FORJAT  
ES DEIXARÀ E L'UNIT DE FORMIGONAT  
EN "BOCA DE LLOP" EN EL LATERAL.

ESTAT DE CARREGUES

	LLOSA MASSISSA REPLA D'ESCALA	LLOSA MASSISSA LLOSA D'ESCALA
Pes propi	5,25 kN/m2	4,50 kN/m2
Carregues permanents	1,50 kN/m2	2,00 kN/m2
Sobrecàrrega d'ús	4,00 kN/m2	4,00 kN/m2
Sobrecàrrega d'emvans	- kN/m2	- kN/m2
Sobrecàrrega de neu	- kN/m2	- kN/m2
<b>TOTAL</b>	<b>10,75 kN/m2</b>	<b>10,50 kN/m2</b>

LONGITUD D'ANCORATGE I SOLAPAMENTS (cm)

HA-25	ANCORATGE A COMPRI- SOR ANCORATGE A TRAC- SOR EHE-98	POSICIÓ		POSICIÓ		
		A	B	A	B	C
Ø (mm)	SOLAPAMENT A TRACIÓ	6	15	22	30	44
		8	20	29	40	58
		10	25	36	50	72
		12	30	43	60	86
		16	40	57	80	114
		20	60	84	120	168
25		94	132	166	264	169
32		154	215	308	430	277

**ACER:**  
TIPUS: B-500-S  
LIMIT ELÀSTIC: 500 N/mm<sup>2</sup>

**POSICIONS:**  
A: ARMAT SUPERIOR EN FORJAT I JASERES  
B: ARMAT SUPERIOR O LATERAL EN FORJAT I JASERES  
C: ARMAT VERTICAL EN PILARS I MURS  
(SOLAPAMENTS A LA BASE DE L'ELEMENT)

**NOTES:**  
1/ EN PERLLONGACIONS AMB PATILLA O GANXO  
ES PODRAN REDUIR UN 30% ELS VALORS DE  
LA TÀULA SI L'ARMADURA ESTÀ TRACCIONADA.  
2/ PER SEPARACIONS ENTRE ARMADURES  
HABRÀ D'INDICAR ELS VALORS DE LA CÒL·LUMNA "C" UN 30%.  
3/ DISTÀNCIA MÀXIMA ACCEPTABLE ENTRE  
BARRES A SOLAPAR: 4ø

U P C

PROJECTE EXECUTIU  
BLOC E. EDIFICI OMEGA (A-0)  
ESTRUCTURA

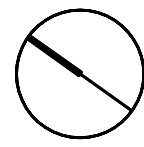
CAMPUS NORD UPC  
C/ JORDI GIRONA, SN  
BARCELONA

ESTRUCTURA ESCALA (I)

ARQUITECTE

JAUME LLOBET LLOBET

REF. PROJECTE  
DATA  
9522/E  
JUNY  
2006  
ESCALA  
1/20



0 0.5 1  
E.25

